REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT

DNIT

RODOVIA : BR-470
TRECHO : NAVEGANTES - ENTRONCAMENTO SC - 418 (P/RODEIO)
SEGMENTO : KM 0,0 – KM 74,0
EXTENSÃO : 74,0 KM
CONTRATO : PP-158/08-00

RELATÓRIO DO EIA - VOLUME I - TOMO II

MMA - IBAMA DOCUMENTO:
PROTOCOLO N°02001.005027/2010-94
Data: 28/05/2010
Ofício n° 581/2010/CGMAB/DPP - DNIT
PROCESSO 02001.000942/2007-98
DUPLICAÇÃO DA RODOVIA BR 470/SC, TRECHO
NAVEGANTES - DIVISA SC/RS

Abril/2010

PROSUL- Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT

RODOVIA : BR-470
TRECHO : NAVEGANTES - ENTRONCAMENTO SC - 418 (P/RODEIO)
SEGMENTO : KM 0,0 – KM 74,0
EXTENSÃO : 74,0 KM
CONTRATO : PP-158/08-00

RELATÓRIO DO EIA - VOLUME I - TOMO II

Abril/2010

PROSUL- Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda

ºC	–	Grau Celsius
CA	–	Califórnia (ou Canadá)
Ca	–	Cambissolo
CABS	–	Centro Acadêmico Bernardo Sayão
Cap.	–	Capítulo
Casan	–	Companhia Catarinense de Água e Saneamento
Cauq	–	Concreto Asfáltico Usinado à Quente
CBRO	–	Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos
CBUQ	–	Concreto Betuminoso Usinado à Quente
CCAO	–	Comissão Comunitária de Acompanhamento da Obra
CE	–	Ceará
Cefet	–	Centro Federal de Educação Tecnológica
Celesc	–	Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.
CEP	–	Código de Endereçamento Postal
Cepa	–	Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola
Cepsul	–	Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Sudeste e Sul
Cesblu	–	Centro de Educação Superior de Blumenau
CET	–	Companhia de Engenharia de Tráfego
Cetesb	–	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CF	–	Coliformes Fecais
Cfa	–	Clima subtropical (mesotérmico úmido e verão quente)
Cfb	–	Clima temperado (mesotérmico úmido e verão ameno)
CGTMO	–	Coordenação Geral de Transporte, Mineração e Obras Civis do Ibama
CI	–	Conservation Internacional
Cia.	–	Companhia
Cidasc	–	Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina
Ciram	–	Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina
Classif.	–	Classificação
cm	–	centímetro(s)
CNPJ	–	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
CNSA	–	Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos
Conama	–	Conselho Nacional de Meio Ambiente
Color.	–	Colorido
Cotra	–	Coordenação de Licenciamento de Transportes do Ibama
CPRM	–	Serviço Geológico do Brasil
CRA	–	Conselho Regional de Administração
CRBio	–	Conselho Regional de Biologia
CRE	–	Conselho Regional de Economia
CREA	–	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
Ct	–	Ave Continental

D	–	Dissecação
DAP	–	Diâmetro à Altura do Peito
dB	–	decibel
DBO5	–	Demanda Bioquímica de Oxigênio para 5 dias
Deinfra	–	Departamento Estadual de Infraestrutura
DER/SC	–	Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Santa Catarina
DF	–	Distrito Federal
Difap	–	Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros do Ibama
Dilic	–	Diretoria de Licenciamento Ambiental do Ibama
DNIT	–	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DNOS	–	Departamento Nacional de Obras de Saneamento
DNPM	–	Departamento Nacional de Produção Mineral
DOF	–	Documento de Origem Florestal
DOU	–	Diário Oficial da União
DQO	–	Demanda Química de Oxigênio
Dr.	–	Doutor
DST	–	Medidas preventivas para Doenças Sexualmente Transmissíveis
EB	–	Escopo Básico
EF	–	Estrada de Ferro
EF	–	Efluente
Ed.	–	Edifício
Ed.(s)	–	Editor(es)
EIA	–	Estudo de Impacto Ambiental
Eletrosul	–	Eletrosul Centrais Elétricas S.A.
Em	–	Espécies migratórias
Emasa	–	Empresa Municipal de Água e Saneamento
Embrapa	–	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Enc.	–	Encarregado
Eng.	–	Engenheira ou Engenheiro
Engª / Engº	–	Engenheira / Engenheiro
Entr.	–	Entroncamento
Epagri	–	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EPI(s)	–	Equipamento(s) de Proteção Individual
ESA	–	Ecological Society of America
Est.	–	Estação
et al.	–	et alii, et aliae, et alia (e outros)
Facivi	–	Faculdades Integradas do Vale do Itajaí
Faema	–	Fundação Municipal do Meio Ambiente Floresta Nacional
Fapas	–	Fundo para a Proteção dos Animais Selvagens
Fapesp	–	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
Fatma	–	Fundação do Meio Ambiente

Fecam	–	Federação Catarinense de Municípios
Fepam	–	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler
Fiesc	–	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
FL	–	Flórida
Flesc	–	Ferrovia do Litoral do Estado de Santa Catarina
Floc	–	Ferrovia Leste-Oeste Catarinense
Flona	–	Floresta Nacional
Flu	–	Aquático Fluvial
FO	–	Frequência de Ocorrência
FOD	–	Floresta Ombrófila Densa
FODM	–	Floresta Ombrófila Densa Montana
FODSm	–	Floresta Ombrófila Densa Submontana
FODTB	–	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas
FPA	–	Frente Polar Atlântica
FPM	–	Fundo de Participação dos Municípios
FR	–	Floresta Ripária
FTC	–	Ferrovia Tereza Cristina
Funai	–	Fundação Nacional do Índio
Furb	–	Fundação Universidade Regional de Blumenau
Gaplan	–	Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral
GasBol	–	Gasoduto Brasil – Bolívia
Gecat	–	Grupo de Estudos de Causas de Acidentes de Tráfego
GPS	–	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
GPV	–	Gerência de Planejamento Viário da Secretaria de Planejamento de Blumenau
h	–	hora(s)
hab.	–	habitante(s)
HGPd	–	Gleis Distróficos
HP	–	Horse Power
HRB	–	Highway Research Board
HUS	–	Hidrograma Unitário Sintético
HUT	–	Hidrograma Unitário Triangular
H:V	–	Horizontal:Vertical
ib. ou ibid.	–	Ibidem (da mesma forma)
Ibama	–	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	–	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ibes	–	Instituto Blumenauense de Ensino Superior
IC	–	Índice de Consistência
Iceport	–	Terminais Frigoríficos de Navegantes S.A.
ICMS	–	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
Ideb	–	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
i.e.	–	id est (isto é, ou seja)

IEC – International Electrotechnical Commission
IEF/MG – Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais
Iesb – Instituto de Educação Superior de Brasília
IG – Índice de Granulometria
il. – Ilustrado
Inmet – Instituto Nacional de Meteorologia
Instal. – Instalação
Instrutemp – Instrumentos de Medição Ltda.
IP – Índice de Plasticidade
Ipel – Indaial Papel Embalagens Ltda.
Iphan – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
Ippub – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Blumenau
IPR – Instituto de Pesquisas Rodoviárias
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano
IR – Índice de Consistência Randômico
ISA – Instituto Socioambiental
ISC – Índice de Suporte Califórnia
ISSQN – Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza
ITR – Imposto Territorial Rural
K – Fator de Frequência
kg – quilograma(s)
km – quilômetro(s)
km² – quilômetro(s) quadrado(s)
KS – Kansas
kVA – quilovolt-ampère
kW – quilowatt(s)
kW/h – quilowatt(s) por hora
L ou l – litro(s)
LAP – Licença Ambiental Prévia
LeqA – Pressão Sonora Equivalente Ponderado em "A"
Li – ave Limícola
LL – Limite de Liquidez
Ltda. – limitada
m – metro(s)
m² – metro(s) quadrado(s)
m³ – metro(s) cúbico(s)
MAA – Média Aritmética Anual
máx. – máximo(a)
Mc – ave Marinha costeira,
Mec. – mecânico

mEc – massa Equatorial continental
mg – miligrama(s)
MG – Minas Gerais
MGA – Média Geométrica Anual
mín. – mínimo(a)
MinC – Ministério da Cultura
ml – mililitro(s)
mm – milímetro(s)
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MW – Megawatt(s)
mobil. – mobilização
MPOG – Secretaria do Patrimônio da União
MS – Mato Grosso do Sul
M.Sc. – Mestre em Ciências
MT – Mato Grosso
mTa – massa de Ar Tropical Atlântica
mTc – massa Tropical Continental
MTE – Ministério do Trabalho e Emprego
MX – México
nº – número
NBR – Norma Brasileira
NJ – New Jersey (Nova Jérsei)
NP3ba – Conglomerado Baú
NP3Ca – Formação Campo Alegre
NP3ga – Formação Gaspar
NTU – Unidades Nefelométricas Turvação
NY – New York (Nova Iorque)
OAC – Obra(s) de Arte Corrente(s)
OAE – Obra(s) de Arte Especial(is)
OCR – Over Consolidation Ratio
OD – Oxigênio Dissolvido
ONG – Órgão Não Governamental
Opasc – Oleoduto Paraná – Santa Catarina
Org.(s) – Organizador(es)
Oscip – Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
Pa – Pastagem artificial
PA – Pará
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento
Pág. – Página
Pare – Plantão de Acidentes e Reclamações Ecológicas
Parna – Parque Nacional

PB	–	Paraíba
PBA	–	Plano Básico Ambiental
PCH	–	Pequenas Centrais Hidroelétricas
PCMAT	–	Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho
PE	–	Pernambuco
PF	–	Ponto Final do trecho
PIB	–	Produto Interno Bruto
PMB	–	Prefeitura Municipal de Blumenau
PMG	–	Prefeitura Municipal de Gaspar
PNGC	–	Plano Nacional do Gerenciamento Costeiro
PNMA	–	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH	–	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNRM	–	Política Nacional para os Recursos do Mar
PNSI	–	Parque Nacional da Serra do Itajaí
PNV	–	Plano Nacional de Viação
Portonave	–	Porto de Navegantes
Portonave S.A	–	Terminais Portuários de Navegantes
PP	–	Ponto de Partida do trecho
ppm	–	partes por milhão
PR	–	Paraná
PRO	–	Procedimento
Prof.	–	Professor
Procofe	–	Programa de Concessão de Rodovias Federais
Proconve	–	Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
Prodetur	–	Programa de Desenvolvimento da Infraestrutura Turística
Prosul	–	Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda.
Publ.	–	Publicação (ou publicado)
Públ.(s)	–	Público(s)
PVa	–	Podzólico(s) Vermelho-Amarelo(s) Álico(s)
Q2ca	–	Depósitos Colúvio Aluvionares
R$	–	Reais
RA	–	Solos Litólicos
RBMA	–	Reserva da Biosfera da Mata Atlântica
Rebio	–	Reserva Biológica
RH	–	Recursos Hídricos
Rima	–	Relatório de Impacto Ambiental
Riz	–	Rizicultura irrigada
RJ	–	Rio de Janeiro
RPPN	–	Reserva Particular do Patrimônio Natural
RS	–	Rio Grande do Sul
S.A.	–	Sociedade Anônima

SAD	–	South American Datum
Samae	–	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
Samusa	–	Serviço Autônomo Municipal de Saneamento de Gaspar
SBB	–	Sociedade Botânica do Brasil
SBF	–	Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente
SC	–	Santa Catarina
SCS	–	Soil Conservation Service
SDR	–	Secretaria de Desenvolvimento Regional
SDS/SC	–	Secretaria do Estado do Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina
Seap	–	Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República
seg.	–	segurança
Semad	–	Secretaria de Estado de Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Semasa	–	Serviço Municipal de Água, Saneamento Básico e Infra-Estrutura
Semati	–	Serviço do Meio Ambiente das Terras Indígenas
Senac	–	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
Senai	–	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Seplan	–	Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento
Seterb	–	Serviço Autônomo Municipal de Trânsito e Transportes de Blumenau
Seuc	–	Sistema Estadual de Unidades de Conservação
Sibip	–	Sistema Nacional de Informações sobre Coleções Ictiológicas
SIDRA	–	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SIG	–	Sistema de Informação Geográfica
Sisnama	–	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SMAMA	–	Secretaria Municipal da Agricultura e Meio Ambiente de Ilhota
SNGRH	–	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNLCS	–	Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo
SNUC	–	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
Sociesc	–	Sociedade Educacional de Santa Catarina
SP	–	São Paulo
sp.	–	espécie
SPG/SC	–	Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina
spp.	–	espécies
SPT	–	Standart Penetration Test
STE	–	Serviços Técnicos de Engenharia
Su	–	Resistência não drenada
superv.	–	supervisão
t	–	tonelada
TBG	–	Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia Brasil
Tc	–	Tempo de Concentração
temp.	–	temperatura

TPI	–	Triunfo Participações e Investimentos
TR	–	Tempo de Recorrência
TRPP	–	Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos
TTMF	–	Termo de Transferência de Matéria Prima de Origem Florestal
TV(s)	–	Televisão(ões)
TX	–	Texas
UC	–	Unidade de Conservação
UC	–	Unidade de Cor
UFC	–	Unidade Formadora de Colônia
UFMG	–	Universidade Federal de Minas Gerais
UFSC	–	Universidade Federal de Santa Catarina
ug (µg)	–	micrograma
UG/m³ (µG/m³)	–	micrograma por metro cúbico
UK	–	United Kingdom (Reino Unido)
Uncisal	–	Fundação Universitária de Ciências da Saúde de Alagoas
Unesc	–	Universidade do Extremo Sul de Santa Catarina
Unesco	–	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
Unicamp	–	Universidade Estadual de Campinas
Unidavi	–	Universidade de Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Unisselvi	–	Centro Universitário Leonardo Da Vinci
Univali	–	Universidade do Vale do Itajaí
USP	–	Universidade de São Paulo
UTM	–	Universe Traverse Mercator (Projeção Universal Transversa de Mercator)
UU	–	Ensaios não Consolidados não Drenados
VMDA	–	Volume Médio Diário Anual de tráfego
VP	–	Valor Paramétrico
Vr	–	Vegetação ruderal
Vsa	–	Vegetação de Sarandizal

SUMÁRIO

5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

5.1 Meio Físico

5.1.1 Metodologia aplicada

Para o desenvolvimento do diagnóstico do meio físico, de maneira geral, foi realizado um levantamento e análise bibliográfica junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,) à Secretaria do Estado do Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina (SDS/SC), ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM), ao Comitê da Bacia do Itajaí, entre outros. Os dados secundários levantados e analisados tiveram o intuito de buscar subsídios e utilidades práticas para elaboração e aplicação do referido estudo.

Juntamente com essa atividade foram realizadas saídas a campo. Os dados obtidos foram cruzados e analisados com as informações secundárias, permitindo – dessa forma – um detalhado diagnóstico sobre os aspectos encontrados na região de estudo.

A seguir são apresentadas as metodologias específicas para cada item do escopo de trabalho, referente ao diagnóstico do meio físico.

5.1.1.1 Clima

Para a caracterização do clima na região de interesse foram utilizados dados de precipitações, temperatura, umidade relativa, insolação, ventos, evaporação e outros dados atmosféricos, provenientes das estações meteorológicas mais próximas da atual rodovia federal BR-470. Esses dados foram trabalhados e analisados através de planilhas eletrônicas, buscando oferecer uma compreensão das condições climáticas na região de estudo.

5.1.1.2 Estudos geológicos e geomorfológicos

O método empregado nesse estudo fundamenta-se nos trabalhos do DNPM (1987) e Gaplan (1986), tratando da geologia e geomorfologia do Estado de Santa Catarina. Essas abordagens anteriores foram complementadas com a inserção da utilização do SIG como

ferramenta básica de armazenagem e análise dos dados de interesse, além da utilização dos *shapes* de geologia e de geomorfologia do trecho analisado.

A área considerada para a realização do estudo de geologia e geomorfologia foi definida como uma faixa de 500 metros ao norte do eixo da rodovia e aquela entre o eixo da rodovia e o rio Itajaí-Açu, ao longo de toda extensão analisada (74 quilômetros).

Para os estudos de geologia, foi prevista uma saída a campo, percorrendo-se o trecho, desde o ponto de partida (PP) até o ponto final do trecho (PF), verificando a geologia encontrada e a espessura dos horizontes de solos encontrados. Nessa saída de campo, analisou-se também as pedreiras indicadas (Pedreira Triunfo e Britagem Gaspar), onde, além da geologia da pedreira, verificou-se as espessuras de solo encontradas tanto do horizonte C quanto no horizonte B. Foram então, confeccionados o relatório com todas as observações coletadas (primárias e secundárias).

Com base nos pressupostos gerais acima, foi definido o método da presente pesquisa envolvendo seis etapas principais de trabalho. A Figura 5.1 apresenta o fluxograma com o encadeamento dessas etapas.

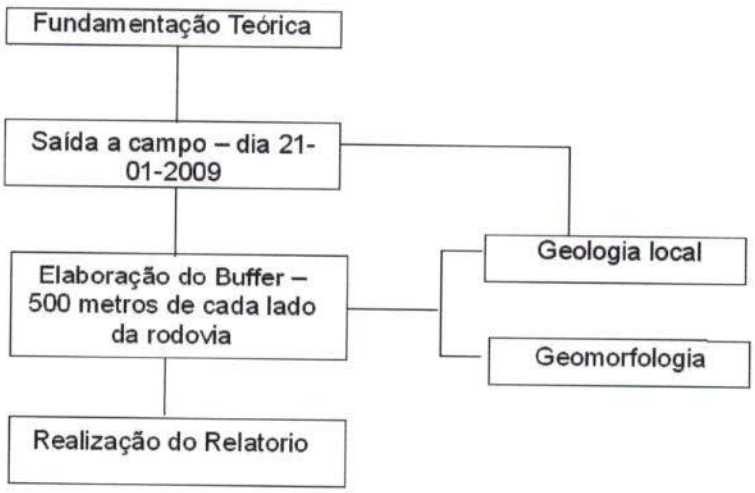


Figura 5.1 - Fluxograma relativo à sequência de etapas necessárias à realização do método adotado.

Foram utilizados como base para esses estudos os mapas de Geologia do Estado de Santa Catarina, na escala 1:500.000, contidos nos "Textos Básicos de

Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina" (DNPM, 1987) e o Atlas do Estado de Santa Catarina, da Gaplan (1986).

O *software* utilizado para visualização dos dados obtidos e para realização do *buffer* nos mapas de geologia e geomorfologia foi o Arcmap/ArcGis 9.2..

5.1.1.3 Recursos hídricos

O diagnóstico da atual situação dos recursos hídricos da região de estudo foi desenvolvido a partir de levantamentos e análise de dados secundários obtidos junto ao IBGE, SDS/SC, ANA e Comitê da Bacia do Itajaí; da elaboração e análise de mapas temáticos e de perícias a campo.

A caracterização das condições ambientais dos recursos hídricos foi elaborada através da confrontação e avaliação dos dados secundários com as informações obtidas em campo. Os pontos de captação de água para o abastecimento público foram obtidos juntos ao órgão responsável. No caso de Blumenau e Gaspar, o Samae disponibilizou as coordenadas geográficas dos pontos de captação. Já os municípios de Ilhota e Indaial, geridos pela Casan, foram obtidos através de pontos de GPS tirados – pela equipe da Prosul – no local de captação.

Quanto à qualidade da água, para a determinação dos pontos de coleta e análise de água foi identificado os cursos d'água que cortam a rodovia, avaliado as suas vazões, as suas características geográficas e as suas atuais configurações. As ponderações para a escolha dos locais valorizaram os cursos d'águas com vazões expressivas para a região, os mananciais para abastecimento público, os núcleos urbanos consolidados e com grande ocupação antrópica desordenada, as localidades rizicultoras e as áreas naturais conservadas.

Esses dados foram mapeados e seus produtos cruzados, obtendo-se os locais de importância para a avaliação da qualidade da água dos corpos hídricos interceptados pela rodovia.

Os parâmetros que foram escolhidos para as análises são os seguintes: temperatura atmosférica e temperatura da amostra; oxigênio dissolvido (OD); demanda química de oxigênio (DQO); demanda bioquímica de oxigênio (DBO5); óleos e graxas, totais e virtuais; sólidos dissolvidos totais; fósforo total; nitrato; nitrito;

turbidez; cor verdadeira; pH; clorofila A; nitrogênio amoniacal total e coliformes termotolerantes.

5.1.1.4 Ruídos

Com o intuito de se obter a situação atual da região, foram realizadas 25 medições de ruídos ao longo do trecho em estudo. Nesse caso foi avaliado o nível de pressão sonora equivalente "L_{eq}" ponderado em "A", por um período de cinco minutos em cada ponto determinado, conforme recomendado para a avaliação de ruídos que variam com o tempo.

De posse dessas medições foi possível avaliar as interferências existentes na região, e com isso, balizar os dados para a realização do monitoramento durante a fase de obras da rodovia.

Para a execução das medições de ruído e estimativa de conforto acústico referente à implantação do empreendimento, utilizou-se como referência a NBR 10151/2000, Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento, editada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O equipamento utilizado para as medições foi um medidor de pressão sonora da marca Instrumentos de Medição Ltda. (Instrutemp), modelo DEC-5010, número de série 080407663. O certificado de calibração tem o número 11761/08 e é datado de 10/09/2008, tendo sido emitido pela Instrutemp. Esse equipamento atende às seguintes normas:

- IEC 60651 para o tipo 0, 1 e 2;
- IEC 60804, apresenta o nível de pressão sonora ponderado em "A" Leq;
- IEC 60942, é classe 2.

A instalação do equipamento ocorreu conforme preconiza a NBR supracitada, em seu item 5.2 Medições no exterior de edificações: a altura de instalação do aparelho ocorreu sobre tripé, variando entre 1,2 a 1,5 metros do piso, conforme particularidades do local, e afastado pelo menos 2,0 metros de qualquer

superfície refletora. O microfone utilizado estava equipado com protetor de vento, conforme instruções do fabricante.

As medições ocorreram no período diurno, sendo esse período definido de acordo com o plano diretor dos municípios e, quando da ausência dessa ferramenta, de acordo com os hábitos da população local.

Para a determinação dos pontos de medição de ruído o trecho da rodovia objeto do estudo inicia no km 0+000 (igualdade km 2+000 da rodovia, no município de Navegantes) e se estende até o km 74+000 (município de Indaial) passando por outros três municípios (Ilhota, Gaspar e Blumenau). A determinação dos pontos de medição considerou o mapa de zoneamento dos municípios e, principalmente, a urbanização e ocupação do solo do local, bem como a influência dos ruídos gerados pelas obras de duplicação da rodovia sobre as edificações de notável importância (escolas, hospitais e centro de saúde e repartições públicas).

5.1.1.5 Poluição atmosférica

O monitoramento das emissões gasosas e de particulados tem como objetivo avaliar os principais poluentes atmosféricos emitidos, durante e após o início das atividades, atendendo às exigências legais em termos de qualidade.

Os padrões de qualidade do ar a serem analisados devem atender à Resolução Conama Nº 003, de 28 de junho de 1990. Essa resolução preconiza a avaliação de partículas totais em suspensão; fumaça; partículas inaláveis; dióxido de enxofre; monóxido de carbono; dióxido de nitrogênio e estabelece os métodos de amostragem e análise dos mesmos.

Os pontos de medição das emissões gasosas e de particulados devem ser definidos com base no traçado da duplicação da rodovia, áreas de desmonte de rocha, caixa de empréstimos e pedreiras, locais de instalação de canteiros de obras e de usinas de asfalto, definição das áreas em que serão realizadas atividades de terraplenagem e conformação do solo, frentes de pavimentação e abertura de caminhos de serviço. Para a determinação dos pontos devem ser avaliadas as interferências das obras sobre a comunidade do entorno, bem como as atividades comerciais da região.

5.1.2 Clima

Quando nos referimos as características climáticas regionais, a localização geográfica e as características físicas locais são fatores determinantes das suas condições. A localização geográfica permite estabelecer parâmetros que atuam no regime de ventos; padrões de temperatura e precipitação; condições de insolação; umidade relativa; e os fenômenos de grande escala, como a passagem de sistemas frontais, a localização de jatos subtropicais e de anticiclones semipermanentes que atuam sobre a região. Por outro lado, as características físicas de relevo, cobertura vegetal e presença de grandes espelhos de água ou manchas urbanas definem regimes locais de circulação atmosférica.

Processos antropogênicos como: urbanização, queimadas, queima de combustíveis fósseis, desmatamento, entre outros, também têm sua parcela de contribuição na definição das condições ambientais de uma região.

Assim, as condições climáticas e por extensão as ambientais de um local, resultam de interações de características físico-climáticas locais e eventos de diversas escalas no espaço e tempo que atuam na região. Logo o diagnóstico dessas condições pode ser feito através da análise de uma série histórica de dados meteorológicos e de maré, e também de dados pontuais, como corrente e batimetria coletados sobre a região.

Situada na porção nordeste do Estado de Santa Catarina, a região do Vale do Itajaí possui um clima subtropical úmido, marcado por duas épocas distintas do ano, o verão e o inverno. No verão predominam massas de ar equatoriais e tropicais, a Massa Equatorial Continental (mEc), a Massa de Ar Tropical Atlântica (mTa) e, eventualmente, a Massa Tropical Continental (mTc). A presença da mEc, que se origina na planície amazônica, provoca altos valores de temperatura e umidade, com chuvas que se apresentam sob a forma de intensas chuvas de convecção acompanhadas por descargas elétricas, típicas da época do ano. Na presença da mEc, a umidade relativa e a temperatura alcançam valores elevados, trazendo um certo desconforto aos habitantes.

Diferentemente da mEc, a presença da mTa provoca chuvas de acordo com o teor de umidade presente na massa, geralmente menor que o da massa

equatorial, mas ainda com fortes chuvas convectivas, embora de menor intensidade. Nas ocasiões em que ocorre o predomínio da mTc, a pluviosidade é reduzida ou nula, provocando dias de tempo quente e seco.

As médias anuais das temperaturas máxima e mínima, umidade relativa do ar, evaporação, insolação, dias de chuva nebulosidade e precipitação estão ilustradas nas figuras a seguir.

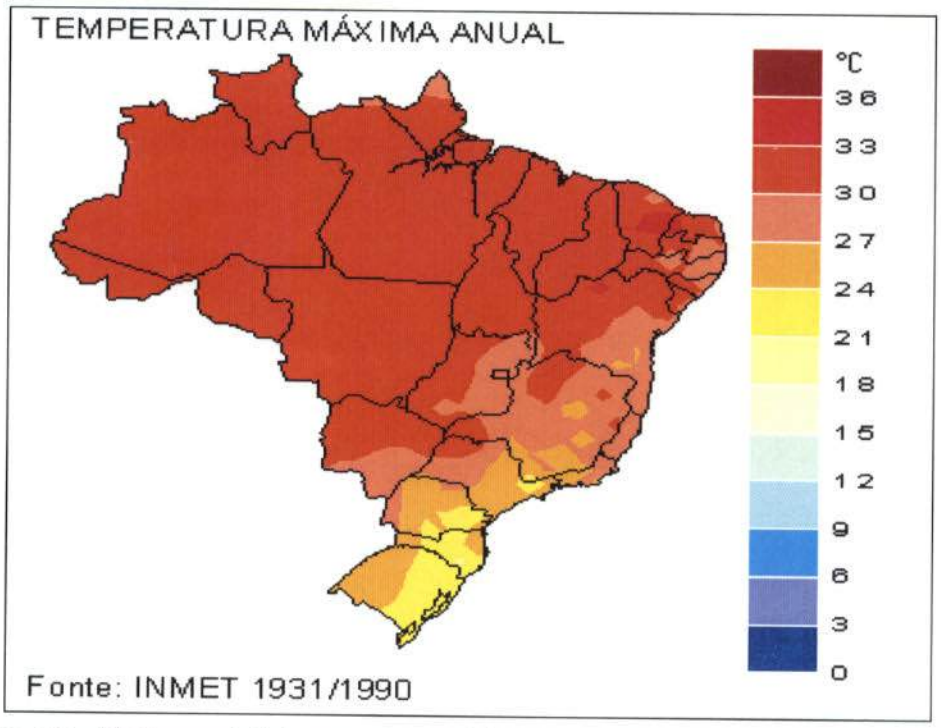


Figura 5.2 - Média anual da temperatura máxima na região do empreendimento: 27 ºC.

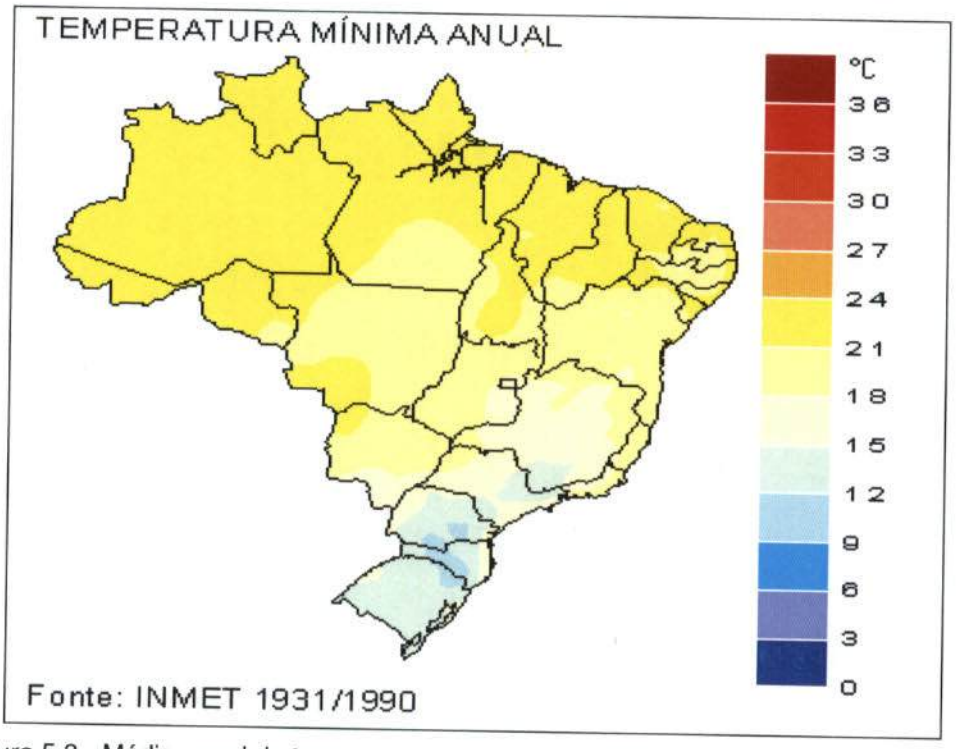


Figura 5.3 - Média anual da temperatura mínima na região do empreendimento: 15 ºC.

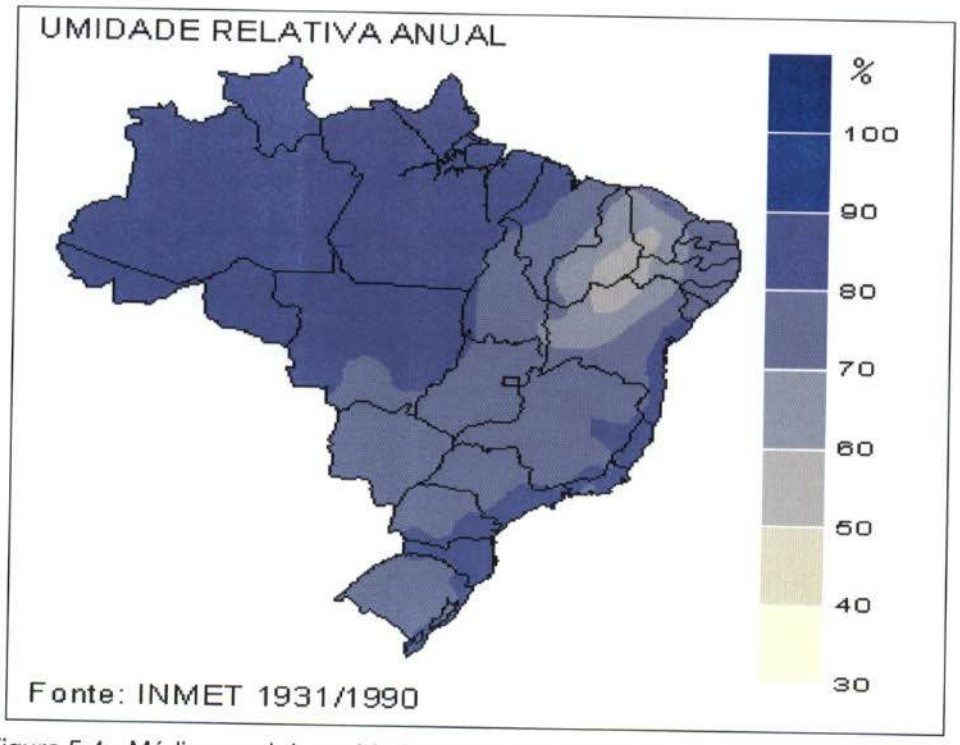


Figura 5.4 - Média anual da umidade relativa na região do empreendimento: 80 %.

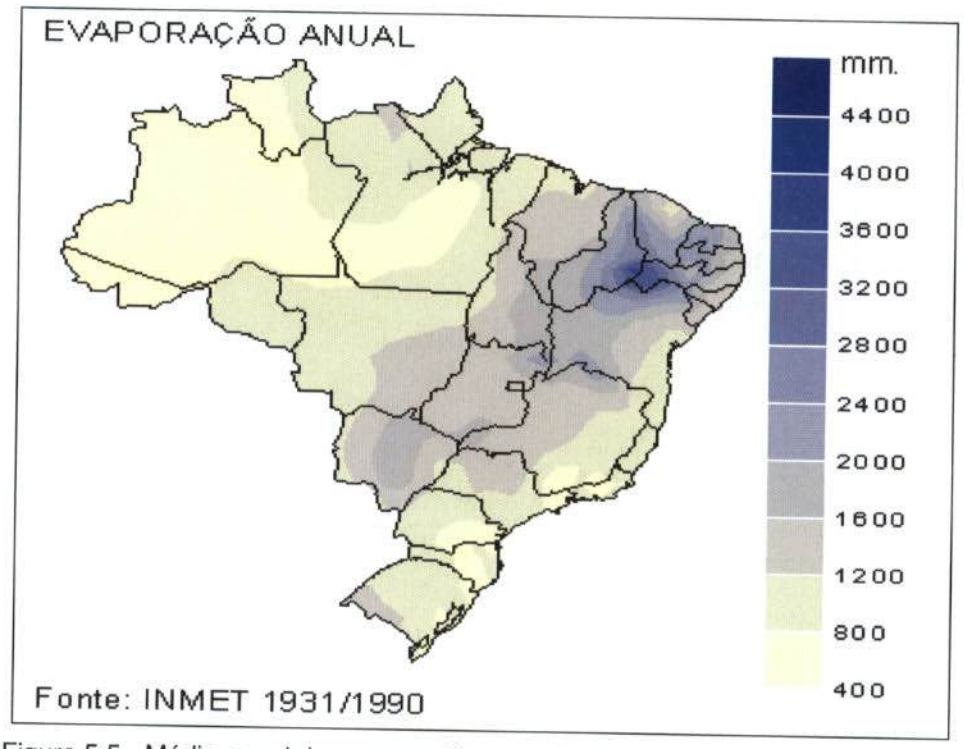


Figura 5.5 - Média anual de evaporação na região do empreendimento: 800 mm.

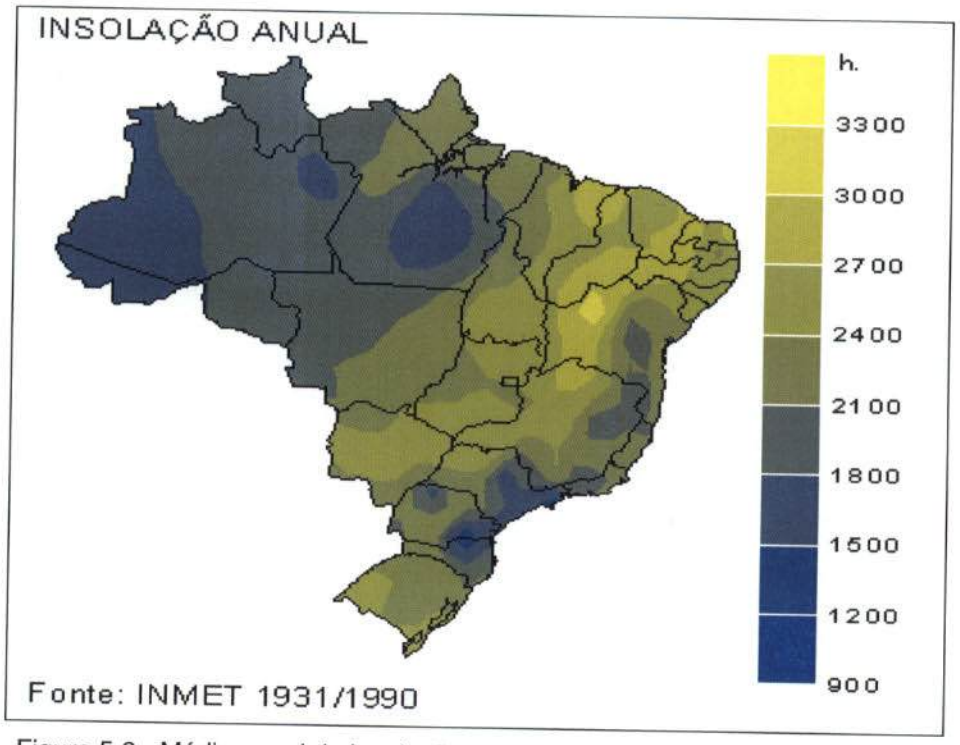


Figura 5.6 - Média anual de insolação na região do empreendimento: 1800 h.

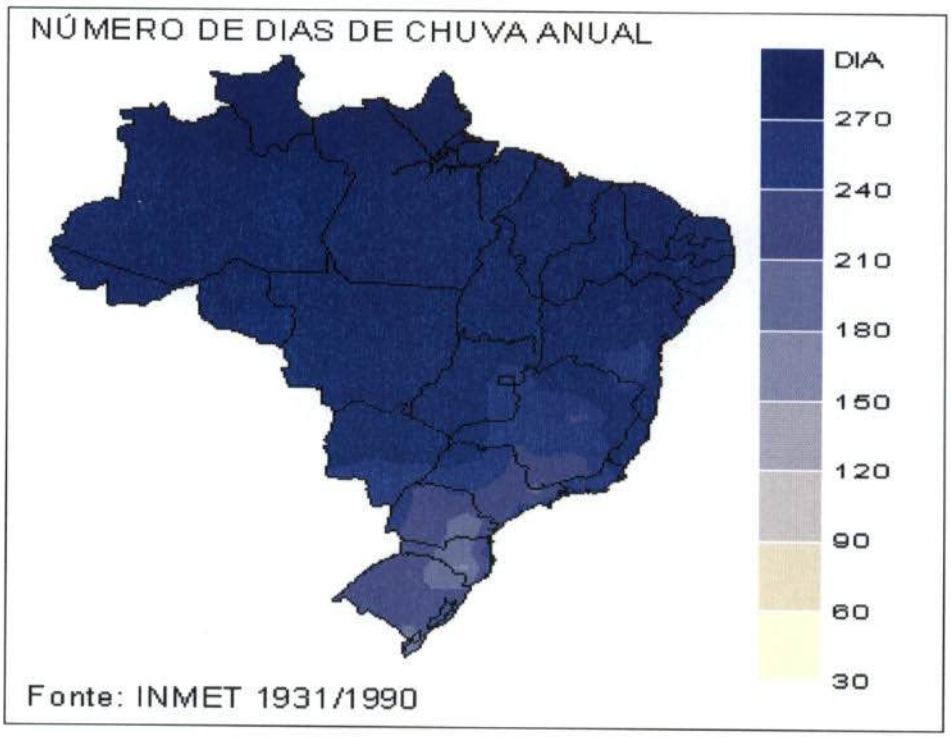


Figura 5.7 - Média anual de dias de chuva na região do empreendimento: 210 dias.

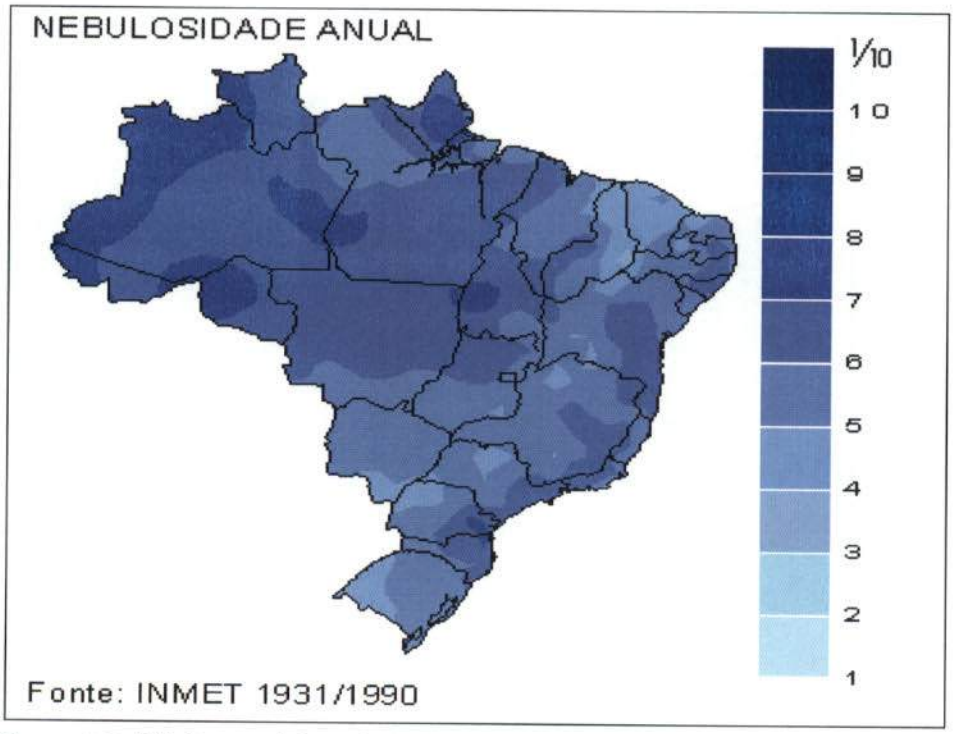


Figura 5.8 - Média anual de nebulosidade na região do empreendimento: 6 1/10.

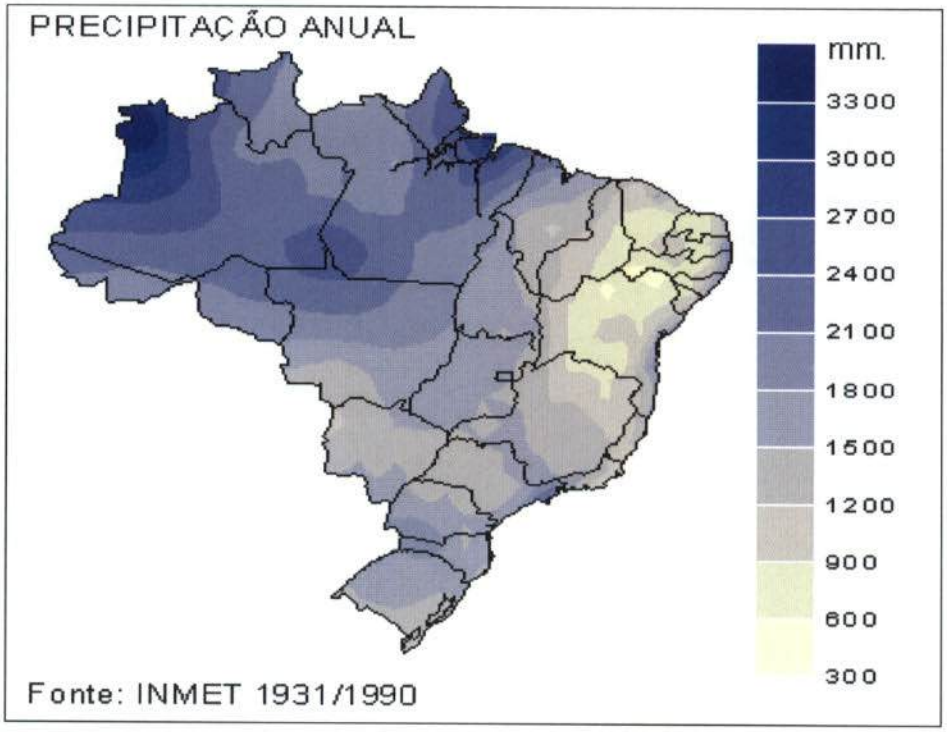


Figura 5.9 - Média anual de precipitação na região do empreendimento: 1500 mm.

5.1.2.1 Estações meteorológicas e coleta de dados

Para a caracterização do clima na região de interesse foram utilizados dados de precipitações, temperatura, umidade relativa, insolação, ventos, evaporação e outros dados atmosféricos, provenientes das estações meteorológicas mais próximas da atual Rodovia Federal BR-470.

Para tal, foram identificadas três estações meteorológicas, conforme consta na tabela a seguir.

TABELA 5.1 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS

MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
Itajaí	26°54' S	48°39' W	5,000 m
Blumenau	26°55'16"	49°03'15"	13,791 m
Indaial	26°54' S	49°13' W	86,130 m

Fonte: Epagri/Ciram.

5.1.2.2 Classificação climática

Para a classificação climática da região utilizou-se a metodologia proposta por Köppen (1923). Tal metodologia determina a classificação climática através de dados meteorológicos básicos. Tais dados são apresentados nas tabelas a seguir.

TABELA 5.2 - PRINCIPAIS PARÂMETROS CLIMÁTICOS DA REGIÃO DE ITAJAÍ

Parâmetro	Quantidade/Unidade
Precipitação média anual	1754,8 mm
Temperatura média anual	20,41 °C
Temperatura média do mês mais quente	29,7 °C
Temperatura média do mês mais frio	12,0 °C
Umidade relativa média anual	84,03%

Fonte: Dados da estação meteorológica de Itajaí

TABELA 5.3 - PRINCIPAIS PARÂMETROS CLIMÁTICOS DA REGIÃO DE BLUMENAU

Parâmetro	Quantidade/Unidade
Precipitação média anual	1459,7 mm
Temperatura média anual	20,14 °C
Temperatura média do mês mais quente	31,9 °C
Temperatura média do mês mais frio	11,6 °C
Umidade relativa média anual	84,21%

Fonte: Dados da estação meteorológica de Blumenau

TABELA 5.4 - PRINCIPAIS PARÂMETROS CLIMÁTICOS DA REGIÃO DE INDAIAL

Parâmetro	Quantidade/Unidade
Precipitação média anual	1779,8 mm
Temperatura média anual	20,45 °C
Temperatura média do mês mais quente	30,4 °C
Temperatura média do mês mais frio	12,3 °C
Umidade relativa média anual	79,17%

Fonte: Dados da estação meteorológica de Indaial

Analisando as variáveis, a região em estudo se enquadra no Grupo C - Climas Mesotérmicos, com temperatura média do ar dos três meses mais frios entre 3 ºC e 18 ºC e a do mês mais quente acima de 10 ºC; possui estações de verão e

inverno bem definidas. Seguindo a classificação de Koppen, com base no regime de chuvas da região, constata-se que é classificada como "f" - clima úmido, com ocorrência de precipitação em todos os meses do ano e inexistência de estação seca definida. Ainda, considerando-se a temperatura média do mês mais quente, a região apresenta o tipo "a", verão quente, quando a temperatura média do mês mais quente é maior do que 22 ºC.

Portanto, o clima da região é classificado como subtropical do tipo "Cfa" e temperado do tipo "Cfb", como é ilustrado a seguir.

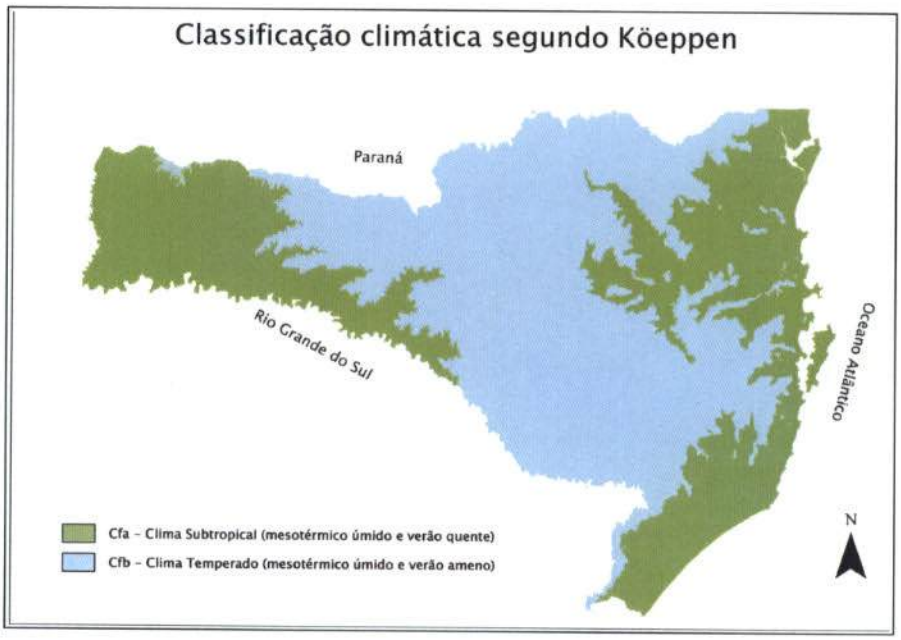


Figura 5.10 - Classificação climatológica do Estado de Santa Catarina segundo Koppen.
Fonte: Elaborado a partir do Atlas Climatológico de Santa Catarina (1997)

5.1.2.3 Pluviometria

O Estado de Santa Catarina, assim como todo o sul do Brasil, é privilegiado quanto às alturas pluviométricas médias mensais, e ainda, quanto a distribuição espacial das chuvas, não havendo carências hídricas em um balanço de longo termo. As figuras 5.11, 5.12 e 5.13 demonstram o gráfico de precipitação total mensal média de cada região analisada.

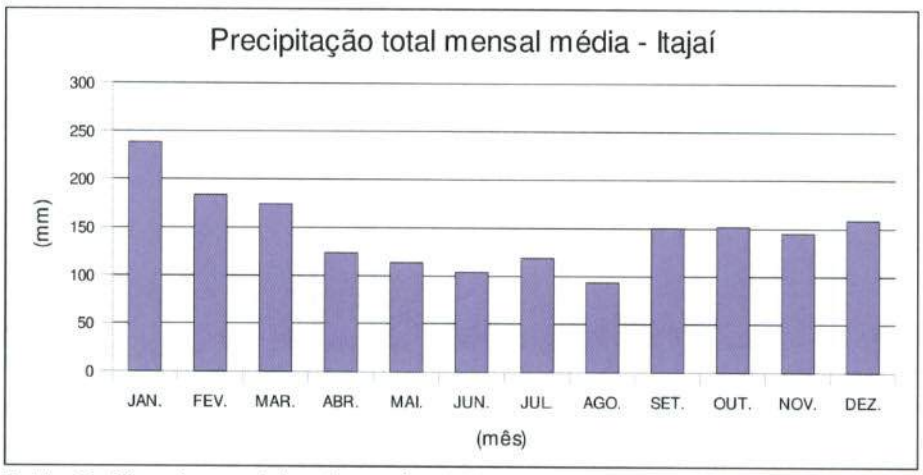


Figura 5.11 - Gráfico de precipitação total média de Itajaí, início do período de observação: 04/08/1980, anos observados: 25.

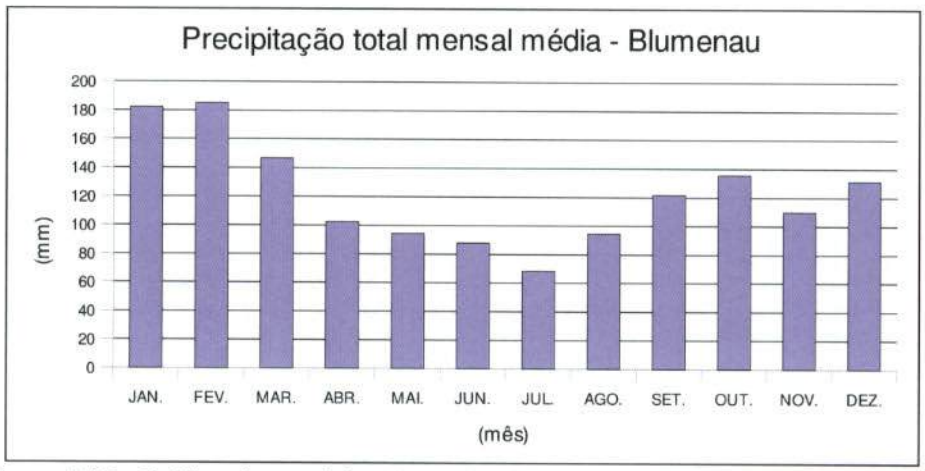


Figura 5.12 - Gráfico de precipitação total média de Blumenau, série histórica de 1911 a 1969, anos observados: 59.

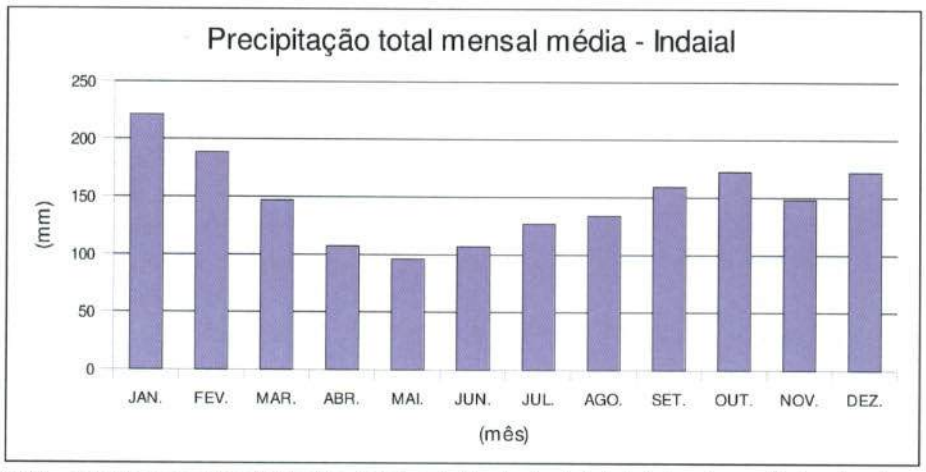


Figura 5.13 - Gráfico de precipitação total média de Indaial, início do período de observação: 01/01/1971, anos observados: 19.

A região de interesse possui uma precipitação anual média de 1754,80 mm (Itajaí), 1459,70 mm (Blumenau) e 1779,80 mm (Indaial), o que a caracteriza como região de precipitação moderada.

Observa-se nos gráficos que nessa região os meses com maior média de precipitação anual são fevereiro e janeiro e que o trimestre que mais chove, janeiro, fevereiro e março, é bem definido de acordo com ambas estações meteorológicas. Esse período coincide com os meses de maiores médias de temperatura.

A precipitação acumulada, somados os três meses mais chuvosos é de aproximadamente 596,00 mm (Itajaí), 513,90 mm (Blumenau) e 556,30 mm (Indaial) o que corresponde, respectivamente, a cerca de 34,00%; 35,20% e 31,30% de toda a precipitação anual. Esses valores caracterizam o verão como época de chuvas na região de estudo.

Por outro lado, a época de inverno é marcada por baixos índices pluviométricos. A época com menor índice pluviométrico abrange os meses de maio a agosto com 138,20 mm (Itajaí), que representam apenas 7,87% do volume médio de precipitação anual; os meses de maio a agosto com 345,10 mm (Blumenau), que representam 23,64%; e os meses de abril a junho com 310,70 mm (Indaial), que representam somente 17,45%.

As variações de pluviosidade de um ano para o outro se devem à dinâmica atmosférica que rege as condições de deslocamento das massas de ar. Nas estações frias as chuvas em geral são prolongadas e de intensidade média a fraca, muitas vezes caracterizadas como garoa, enquanto que nas estações quentes as chuvas são de grande intensidade e curta duração.

A figura a seguir apresenta informações da Epagri/Ciram sobre as alturas pluviométricas médias mensais no Estado de Santa Catarina, que servem para comparar com os dados supracitados, assim como dar embasamento as observações feitas.

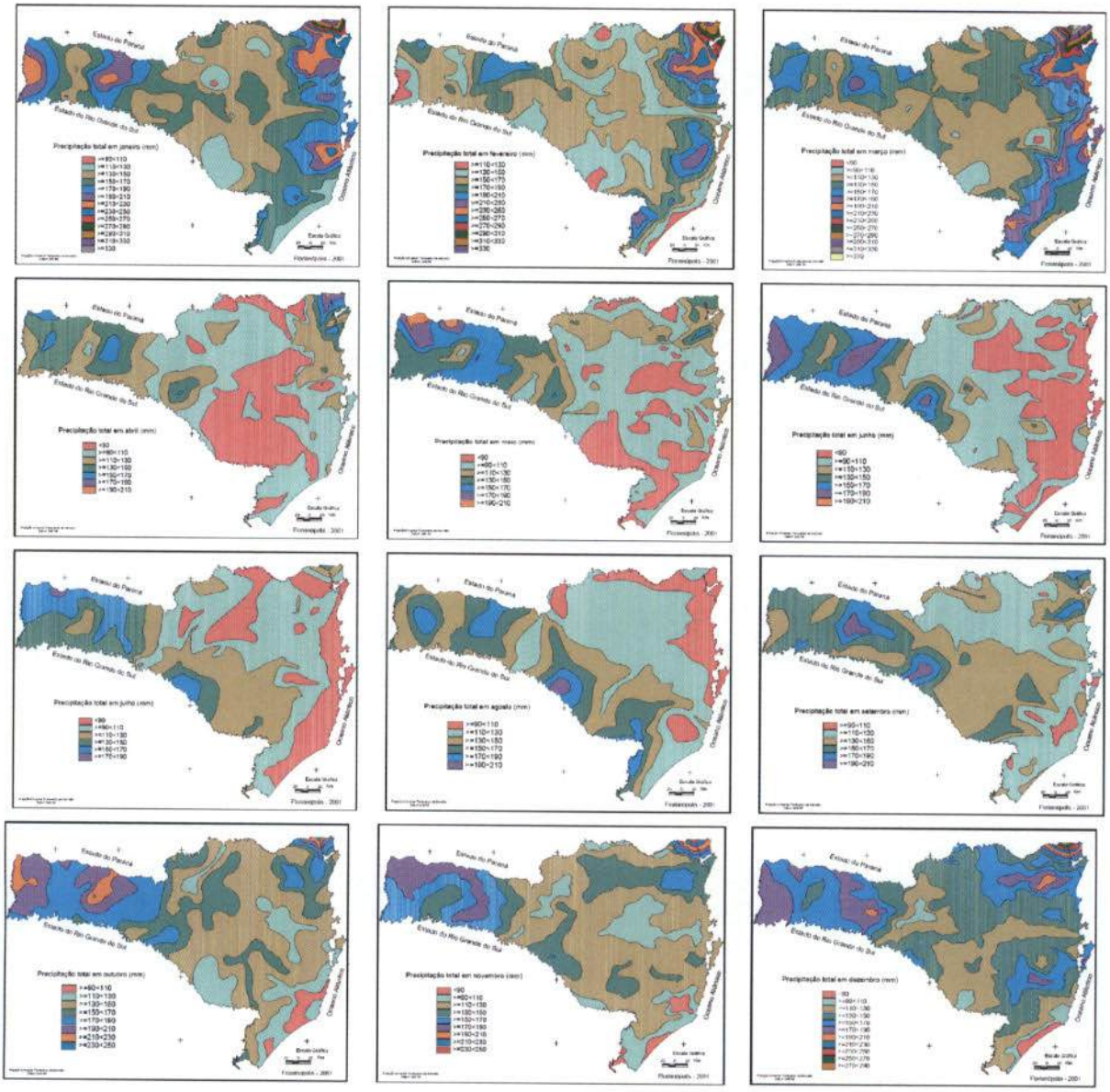


Figura 5.14 - Alturas pluviométricas mensais no Estado de Santa Catarina.
Fonte: Epagri/Ciram.

A média anual de dias chuvosos é de 164 dias (Itajaí), 165,8 dias (Blumenau) e 159,6 dias (Indaial). É possível perceber que os meses de outubro a março apresentam a maior média de número de dias chuvosos durante o ano. Logo recomenda-se que a construção da rodovia seja feita levando em conta esse fator.

As figuras 5.15, 5.16 e 5.17 demostram a média mensal de dias chuvosos por região.

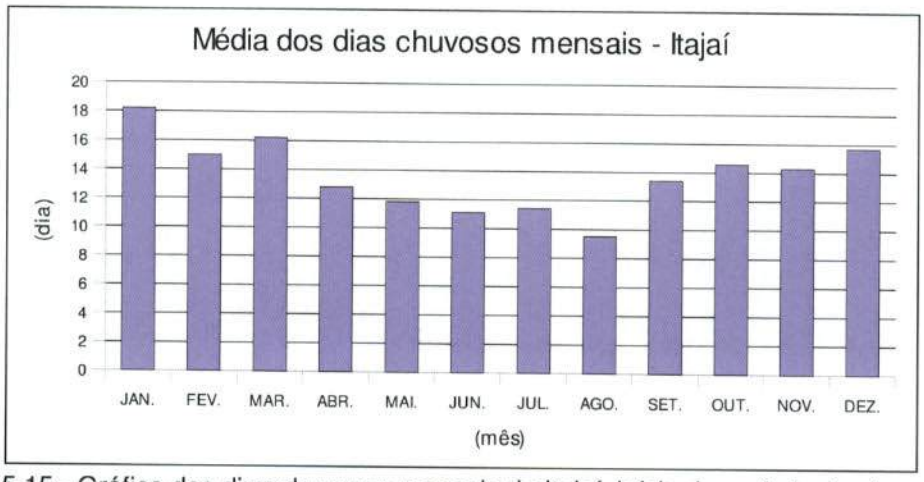


Figura 5.15 - Gráfico dos dias chuvosos mensais de Itajaí, início do período de observação: 04/08/1980, anos observados: 24.

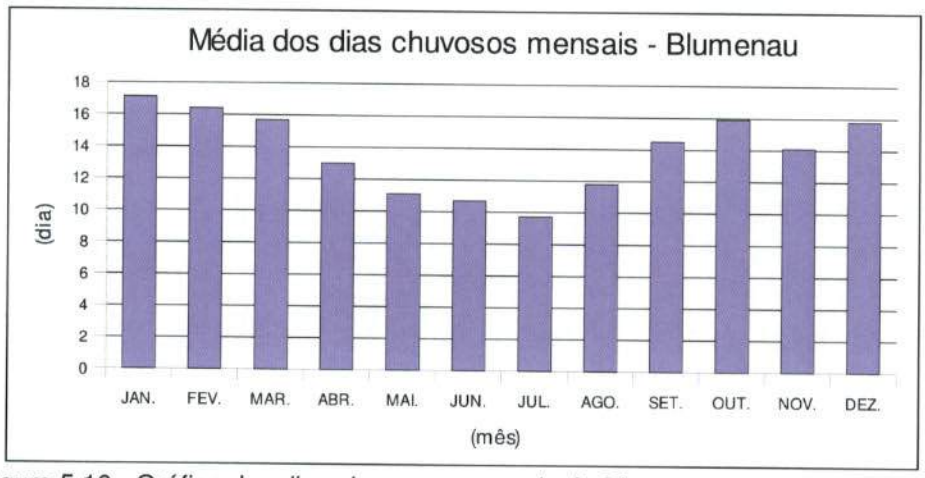


Figura 5.16 - Gráfico dos dias chuvosos mensais de Blumenau, série histórica de 1911 a 1969, anos observados: 36.

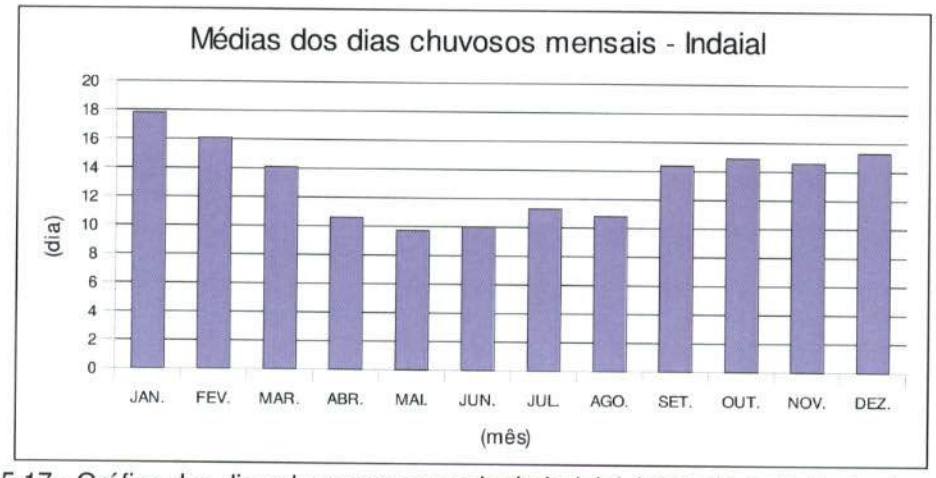


Figura 5.17 - Gráfico dos dias chuvosos mensais de Indaial, início do período de observação: 01/01/1971, anos observados: 19.

Os dias de chuva têm comportamento similar à precipitação. No inverno, a presença de massas polares diminui os dias de chuva. O recuo das massas quentes para o norte, deixa a região sob o domínio da Frente Polar Atlântica – FPA, o que também contribui para a redução das chuvas.

Com relação a poluição atmosférica, a precipitação é um fator favorável à dispersão de poluentes, pois indica que existe instabilidade na atmosfera, gerando movimentos ascendentes do ar, inclusive nas partes baixas, que tendem a diluir mais rapidamente esses poluentes.

Além disso, durante a sua ocorrência, provoca o efeito chamado "*washout*" que consiste de uma "lavagem" da atmosfera, onde os materiais em suspensão são removidos e carreados junto com a chuva. Consequentemente o solo umedecido auxilia nesse processo, pois inibe a volatilização das partículas para a atmosfera.

5.1.2.4 Temperatura

As figuras a seguir demonstram o gráfico da temperatura média mensal observada em cada região analisada.

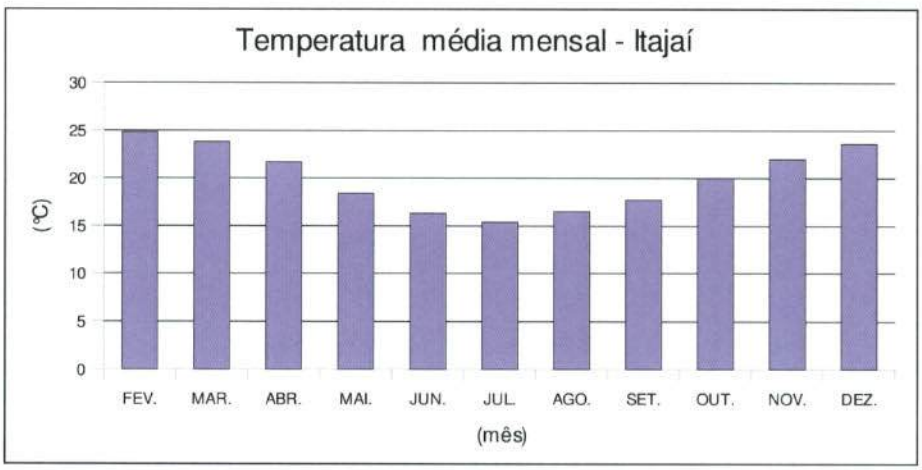


Figura 5.18 - Gráfico de temperatura média mensal de Itajaí, início do período de observação: 04/08/1980, anos observados: 24.

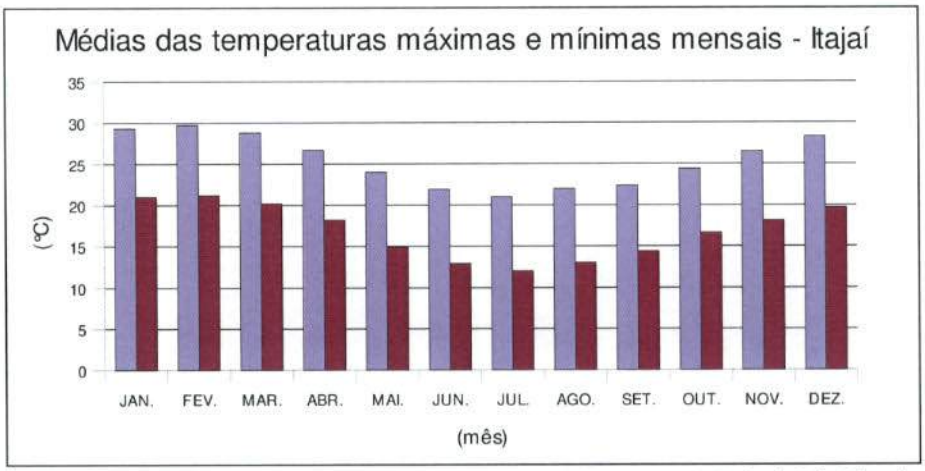


Figura 5.19 - Gráfico de temperatura máxima e minima média mensal de Itajaí, início do período de observação: 04/08/1980, anos observados: 24.

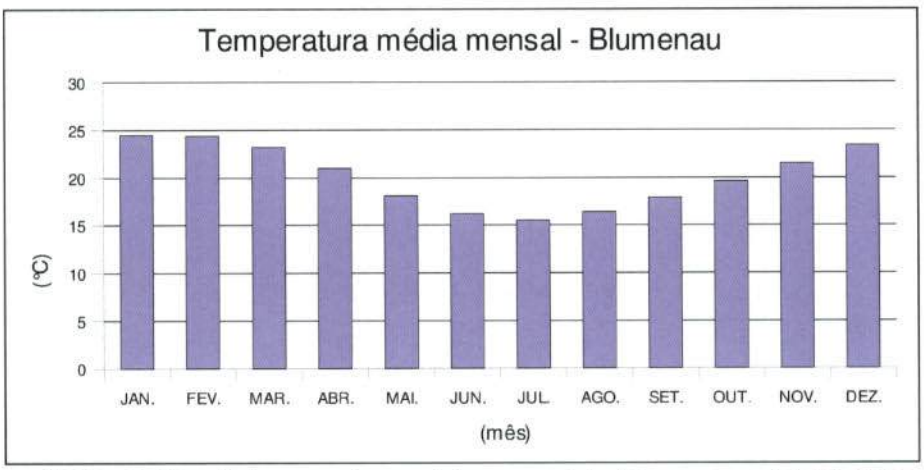


Figura 5.20 - Gráfico de temperatura média mensal de Blumenau, série histórica de 1911 a 1969, anos observados: 49.

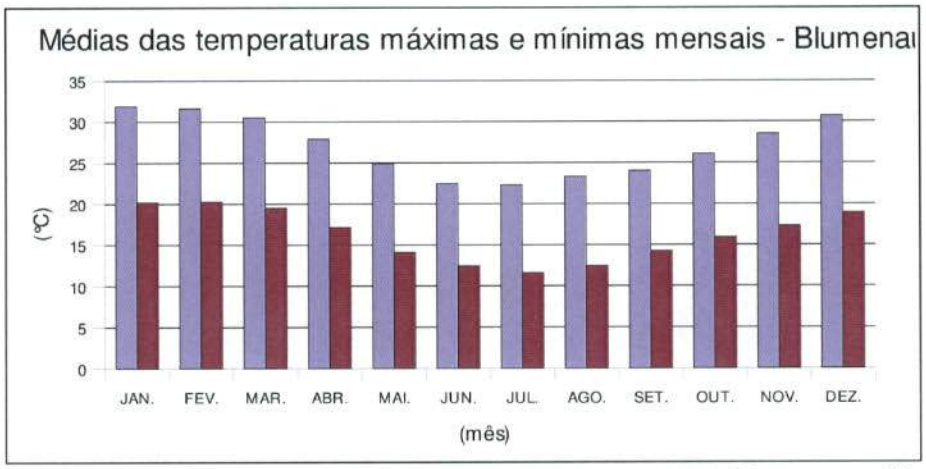


Figura 5.21 - Gráfico de temperatura máxima e mínima média mensal de Blumenau, série histórica de 1911 a 1969, anos observados: temp. Max. 51 e temp. Min. 47.

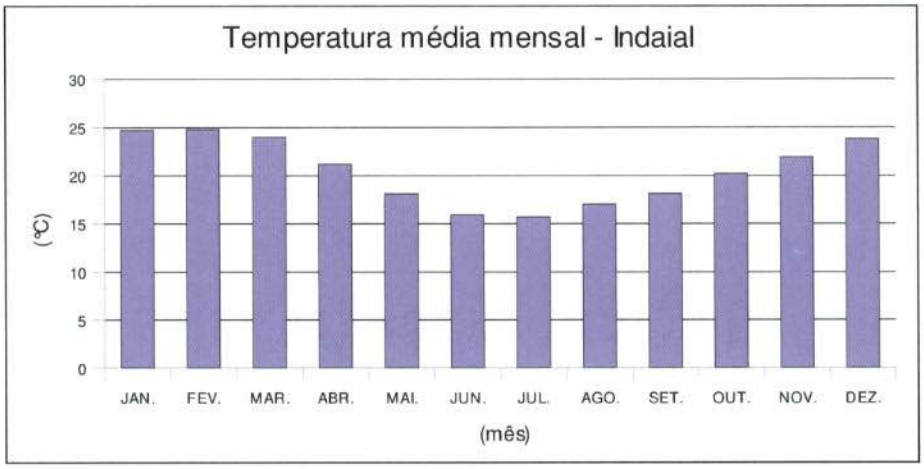


Figura 5.22 - Gráfico de temperatura média mensal de Indaial, início do período de observação: 01/01/1971, anos observados: 17.

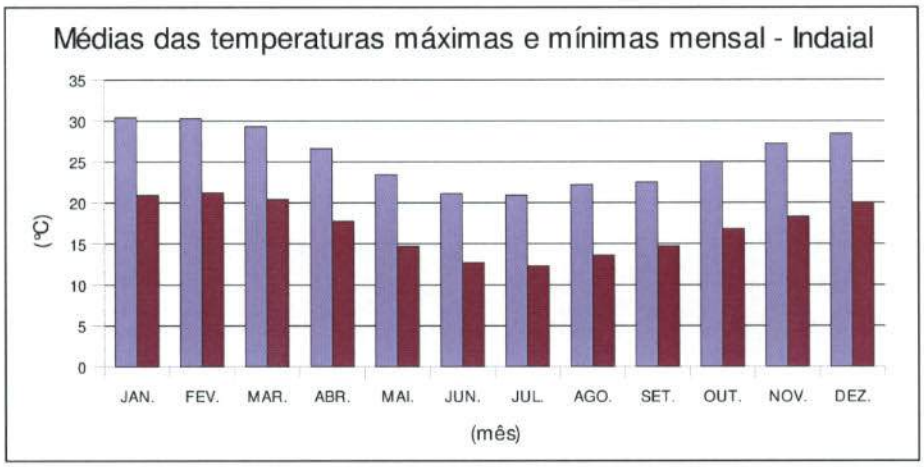


Figura 5.23 - Gráfico de temperatura média mensal de Indaial, início do período de observação: 01/01/1971, anos observados: temp. Max. 18 e temp. Min. 17.

Ao analisar os gráficos pode-se dizer que os meses mais quentes vão de novembro a abril, quando a média das temperaturas máximas mensais encontram-se na faixa de 29,7 °C (Itajaí), 31,9 °C (Blumenau) e 30,4 °C (Indaial). Nesse período, as frentes frias são pouco frequentes em Santa Catarina. Com isso, a massa de ar de origem tropical (quente e úmida) passa a predominar no Estado. Essa massa de ar tropical é a grande responsável pelas temperaturas elevadas observadas.

Os meses mais frios, que vão de julho até agosto, tem a temperatura máxima média mensal não ultrapassando a casa dos 24 °C; observação constatada paras as todas as estações meteorológicas.

Nos meses mais frios, com a intensificação do Anticiclone do Atlântico, provocando o avanço de frentes frias sobre o continente e o consequente transporte do ar polar vindo do oceano, ocorrem eventos extremos de temperaturas mínimas, que aliados a condicionantes microclimáticos locais chegam a alcançar temperaturas bem baixas.

A temperatura, pode inferir basicamente dois períodos condicionantes dos fenômenos de dispersão atmosférica. O período teoricamente desfavorável ao processo de dispersão de poluentes é nos meses de junho a agosto, onde as baixas temperaturas tendem a provocar maior estabilidade da atmosfera. Em contrapartida, entre os meses de setembro a maio, as temperaturas mais elevadas tendem a gerar maior instabilidade na atmosfera, com o processo de dispersão se tornando mais efetivo.

5.1.2.5 Vento

Com relação ao vento, além dos sistemas de grande escala que atuam na região, é importante considerar as condições de meso e micro escalas, sendo que nesse último quesito as condições físicas (topografia, obstáculos e cobertura superficial) são de grande importância.

A figura 5.24 demostra as áreas que apresentam condições de apresentar uma velocidade média anual de ventos.

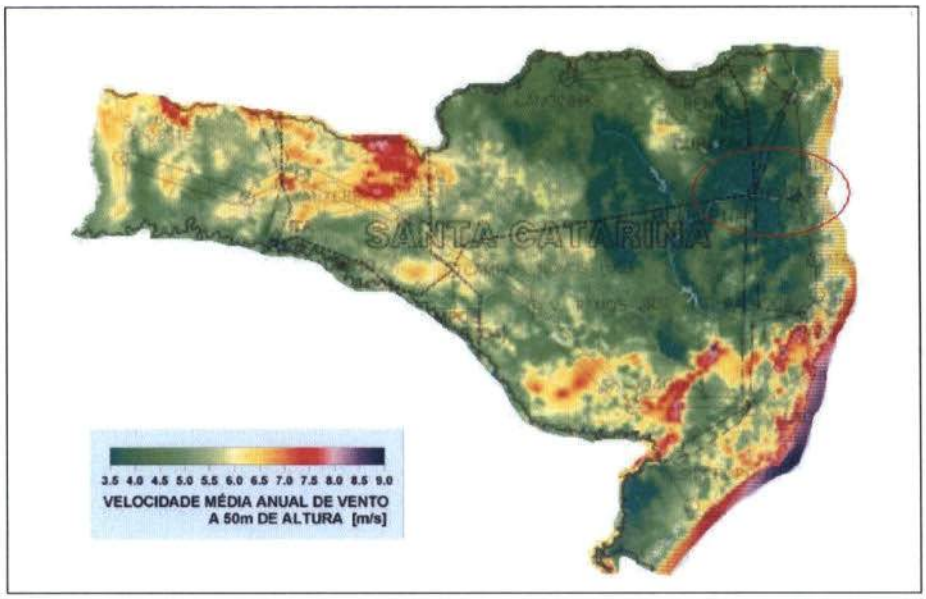


Figura 5.24 - Mapa de velocidade média anual de vento no Estado de Santa Catarina.
Fonte: Epagri/Ciram.

Ao observar a figura, percebe-se que a região de estudo apresenta um baixo índice de velocidade média anual do vento. O município de Itajaí, por estar em uma região litorânea – planície costeira – tem um maior índice de velocidade. Blumenau, por conseguinte, tem o menor índice de velocidade. Os dados obtidos nas estações demostram que a velocidade do vento média mensal não ultrapassa os 8,0 quilômetros por hora em Itajaí, os 6,5 em Blumenau e os 7,0 em Indaial.

Figura 5.25 - Gráfico de velocidade do vento média mensal de Itajaí, início do período de observação: 04/081980, anos observados: 19.

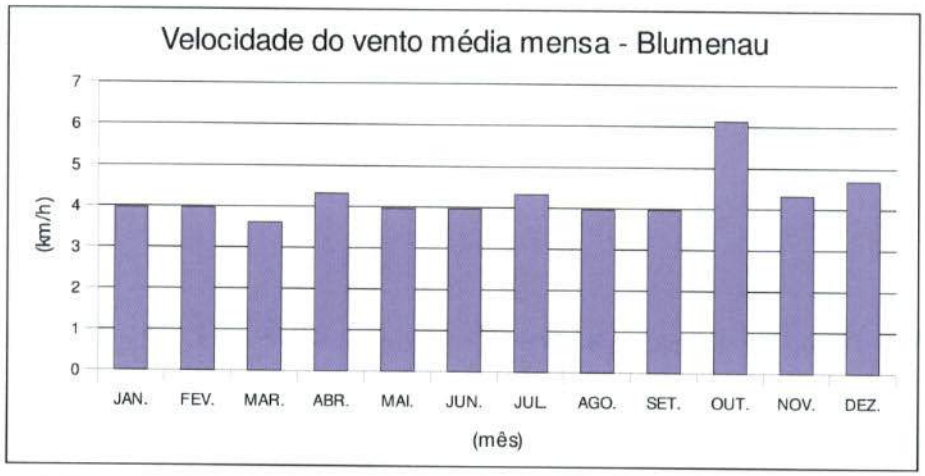


Figura 5.26 - Gráfico de velocidade do vento média mensal de Blumenau, série histórica de 1911 a 1969, anos observados 26.

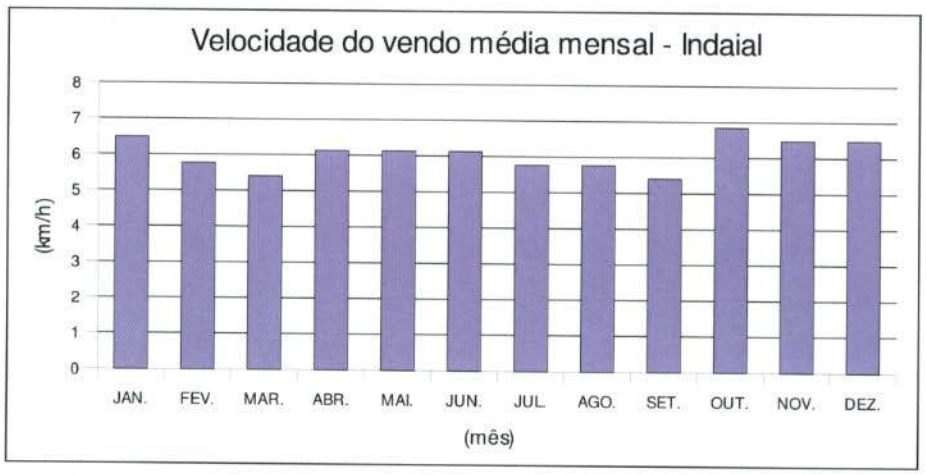


Figura 5.27 - Gráfico de temperatura média mensal de Indaial, início do período de observação: 01/01/1971, anos observados: 19.

5.1.3 Geologia

Nesse estudo foi tomado como base o Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina, na escala 1:500.000, contido em "Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina", coordenado por Luiz Carlos da Silva e Carlos Alfredo Bortoluzzi, DNPM-CPRM, Nº I, publicado pelo Convênio DNPM-Sec. Ciência e Tecnologia, Minas e Energia, Florianópolis, 1987, com o datum South American Datum (SAD 1969), UTM Zona 22S.

5.1.3.1 Análise descritiva detalhada da geologia regional

De acordo com o Mapa Geológico da região entre Blumenau e Navegantes (vide página 19, do Volume II – Mapeamento Temático, Tomo I), foram identificadas as seguintes unidades de mapeamento: Depósitos Colúvio Aluvionares (Q2ca) Complexo Santa Catarina, Unidade Granulítica (A4scg), Conglomerado Baú (NP3ba), Formação Gaspar (NP3ga), Formação Campo Alegre (NP3Ca).

Observa-se através do Mapa Geológico que a partir do ponto de partida do trecho no km 0+000 (igualdade km 2+000 da rodovia) e o ponto final, ou seja, km 74+000, a predominância das litologias pertencentes ao Complexo Granulítico Santa Catarina (A4scg) e secundariamente os sedimentos inconsolidados dos Depósitos Colúvio- aluvionares (Q2ca).

A coluna estratigráfica adotada consta no Mapa Geológico apresentado na página 19 do Volume II – Mapeamento Temático, Tomo I. A tabela 5.5 apresenta as unidades estratigráficas que ocorrem na região.

TABELA 5.5 - COLUNA ESTRATIGRÁFICA DO ESTADO DE SANTA CATARINA

ERA	PERÍODO		ESTRATIGRAFIA		
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO		Sedimentos Continentais Sedimentos Marinhos		
	TERCIÁRIO		Formação Iquererim		
MESOZÓICA	CRETÁCEO JURÁSSICO		Formação Serra Geral Formação Botucatu		
PALEOZÓICA	PERMEANO	SUPERIOR	Grupo Passa Dois		Formação Rio do Rastro Formação Teresina Formação Serra Alta Formação Irati
		MÉDIO		Grupo Guatá	Formação Palermo Formação Rio Bonito
		INFERIOR	Super Grupo Tubarão	Grupo Itararé	Formação Rio do Sul Formação Mafra
	CARBONÍFERO				Formação Campo Ten
	DEVONIANO		Formação Furnas		
	EOPALEOZÓICO		Suíte Intrusiva Subida Suíte Intrusiva Guabiruba Suíte Pedras Grandes		

ERA	PERÍODO	ESTRATIGRAFIA	
PROTEROZÓICO	SUPERIOR	Formação Campo Alegre	Sequência Sedimentar Superior Sequência Vulcânica Superior Sequência Sedimentar Intermediária Sequência Vulcânica Inferior
	MÉDIO	Formação Gaspar Conglomerado Baú Granito Valsungana	
	INFERIOR	Complexo Metamórfico Brusque	
ARQUIEOZÓICA		Complexo Tabuleiro	Núcleo Migmatíco Injeção Itapema Núcleo Migmatíco Injeção São Francisco do Sul Faixa Granito-Gnáissica Sta Rosa de Lima/Tijucas Faixa Granito-Gnáissica P. Belo Faixa Granito-Gnáissica Garopaba Faixa Granito-Gnáissica Itajaí Faxinal
		Complexo Granulítico de Santa Catarina	

Nota: Estão sombreadas, as unidades estratigráficas que ocorrem no trecho. Segundo DNPM, CPRM, 1987.

5.1.3.1.1 Depósitos Colúvio Aluvionares (Q2ca)

Depósitos de planície de inundação constituídos por areias feldspáticas, bancos e lentes de argila e níveis de cascalho. Esse tipo de formação geológica no início do trecho, pode apresentar areias na superfície e intercalações de argila sedimentares com a profundidade. No decorrer do trecho, podem ocorrer solos coluvionares, originados de escorregamentos, ou seja, instabilidade de encostas.

5.1.3.1.2 Complexo Granulítico Santa Catarina, unidade granulítica (A4scg)

Essa unidade abrange a maior parte da região centro-norte do Escudo Catarinense. Compõe quase que a totalidade do denominado "Maciço Meridiano" de Joinville, de Hasui et.al (1975). Como unidade geotectônica, mantém sua individualidade estrutural e petrológica até as proximidades de Garuva, próximo a divisa do Estado do Paraná, onde, através de extensiva zona de transcorrência, limita-se com terrenos de natureza granítico-migmatítica (SILVA e DIAS, 1981, SILVA *et al.*, 1982 e SILVA, 1983b).

Segundo Silva (1984b), o Complexo Granulítico Santa Catarina, constitui-se, presentemente, na unidade geotectônica do Escudo Catarinense, sobre a qual

persistem as menores restrições quanto ao seu posicionamento cronoestratigráfico, limites, origem e evolução.

Para tanto contribui a caracterização petrográfica de seu diversificado espectro litológico, que inclui além dos gnaisses hiperstênicos, quartzo-feldspáticos amplamente dominantes, as seguintes associações: ultramafitos, gnaisses calcissilicaticos, kinzigitos, anortositos, quartzitos, eventualmente fucsiticos, formações ferríferas (HARTMANN *et al.*, 1979, SILVA e DIAS, 1981).

A ubíqua coloração cinza-esverdeado que caracteriza as diversas variedades de gnaisses componentes do complexo é, talvez, a principal característica mesoscópica desses terrenos.

Superimposta às estruturas ocorrem nas áreas localizadas, como na região de Penha, Piçarras, fenômenos de permeação e injeção granítica de distinta coloração rósea contrastante com os tons cinzentos dos gnaisses granulíticos. Trata-se de camadas, olhos ou veios, de material neossômico granítico ou feldspáticos, de uma maneira geral, concordantemente desenvolvido sobre o paleossoma granulítico constituindo um processo de migmatização de injeção.

No que diz respeito a definição dos limites de ocorrência do Complexo Granulítico de Santa Catarina, na definição original dos contatos desse Complexo, de Hartmann et al, (1979), os limites do cinturão coincidiam, com os do Maciço Mediano, de Joinville, de Hasui *et al.* (1975). Dessa forma, além das coberturas da bacia do Paraná e do oceano Atlântico, a oeste e a leste, respectivamente, o cinturão de disposição submeridiana teria como limite meridional a cobertura eopaleozóica da bacia do Itajaí. Por outro lado, sua extremidade setentrional ultrapassaria a divisa estadual SC/PR.

Posteriormente Silva e Dias (1981), caracterizaram, na extremidade nordeste do Estado, uma expressiva faixa de terrenos migmatíticos separados do cinturão granulítico por uma zona de cisalhamento, o Lineamento Garuva de direção N30ºW.

Kaul (1980), Kaul e Teixeira (1982), preconizaram uma área muito mais restrita para os terrenos granulíticos em Santa Catarina. Isto em função da suposta existência de um limite de direção N45ºE, que passando por um graben, de Corupá,

separaria os terrenos granulíticos a sul e os terrenos retrabalhados (migmatíticos) situados a norte.

Essa zona de contatos de dois blocos crustais distintos, que serviria, segundo aqueles autores, para demarcar o extremo setentrional do Cráton Luiz Alves, não encontra, presentemente, suporte em observações de campo, em qualquer escala. Ao contrário, o cinturão granulítico ultrapassa o suposto limite, estendendo-se conspicuamente ao redor da bacia de Campo Alegre à qual serve de substrato e que se acha situada ao norte do limite, alcança o Estado do Paraná, incluindo o complexo máfico-ultramáfico de Piên (o qual encontra-se ainda contido no âmbito do cinturão móvel de alto grau.

Quanto a sua caracterização estrutural, o Complexo Granulítico de Santa Catarina, a nível regional, pode-se distinguir três fases deformacionais, superimpostas. A primeira, generalizada toda a área aflorante, mostra um padrão de dobramento aberto, com foliação S1 de baixo e médio ângulos.

A segunda fase, observável especialmente nas extremidades sul e leste da unidade, é ligada a fenômenos de cisalhamento dúctil, acompanhada de intensa blastomilonitização, e transposição resultando em uma foliação S2 de alto ângulo. Pode-se constatar uma terceira fase deformacional em áreas isoladas, próximas ao limite sudeste da unidade (SILVA e DIAS, 1981).

Trata-se de uma foliação S3 de natureza milonítica, também subverticalizada, transpondo as duas anteriores, porém acompanhada de intensivo retometamorfismo dos gnaisses granulíticos à facies xisto- verde (blastomilonização de epizona).

A nível "microfabric", a superfície S2 corresponde a uma estrutura de fluxo milonítico que contorna porfiroclásticos arredondados, especialmente de ortoclásio pertítico. Tal estrutura caracteriza a rocha resultante como um gnaisse granulítico facoidal. Sobre essas direções, desenvolveu-se, posteriormente, uma fase estática de metamorfismo com recristalização de quartzo discoidal e "ribbon", além de extensiva poligonização de catazona.

A superfície S é caracterizada por uma xistosidade espaçada submilimétrica, acompanhada por uma recristalização tectônica a nível de fácies xisto verde, bem

como poligonização de epizona. Em conjunto, resulta de fenômenos de diaftorese e desgranulitização os quais afetam igualmente as supra crustais subjacentes, bem como os terrenos granito-gnáissicos.

As litologias predominantes da área onde estão previstas as obras para a construção da rodovia são as seguintes: anfibolitos, gnaisses, gnaisses granulíticos e granulito.

Os anfibolitos são rochas metamórficas, de grau médio a alto que tem a hornblenda e o plagioclásio como paragênese característica. O anfibolito pode ser derivado de rochas ígneas básicas, como o basalto, o gabro (nesse caso, um anfibolito de origem ígnea, ou ortoanfibolito) ou de rochas sedimentares, como calcários impuros (para-anfibolito), ou, ainda, ser derivado de misturas como rochas vulcanoquímicas. Pode-se apresentar maciço, bandado ou, mais comumente, com lineação e textura nematoblástica, ou seja, uma textura metamórfica caracterizada por minerais de hábito alongado, prismático ou acicular, como, por exemplo, minerais de anfibólios e a sillimanita, dispondo-se de forma orientada paralela ou subparalelamente. Pode ou não conter quartzo e se o teor em quartzo aumentar acima de 10,00%, o anfibolito gradua para anfibólio plagioclásio gnaisse.

Os gnaisses são rochas metamórficas essencialmente quartzo-feldspática, com granulação frequentemente média a grossa. A estrutura é muito variável desde maciça, granitoide, com foliação dada pelo achatamento dos grãos até bandada, com bandas, geralmente milimétricas a centimétricas, quartzo-feldspáticas alternadas com bandas mais máficas, derivada de processos de segregação metamórfica que culminam em rochas migmatíticas.

Os gnaisses granulíticos podem ser de leuco a mesocráticos e constituem mais de 90% da área exposta do Complexo Santa Catarina. São observados desde o bordo norte da bacia do Itajaí até a descontinuidade de Garuva. A caracterização desse grupo é dada por Silva e Dias (1981), que caracterizaram os gnaisses granulíticos como sendo rochas em geral marcadamente bandadas, de composição quartzo-feldspática com clino ou orto piroxênio, além da hornblenda como máficos principais. A cor cinza com tonalidades esverdeadas e azuladas são as principais características mesoscópicas. Localmente, são observadas variedades não foliadas

(isótropas), outra com estruturas de altas mobilidade (migmatíticas) ou com estruturas de injeção granítica, concordantes (migmatitos de injeção com paleossomas granulíticos).

Há uma predominância de gnaisses com termos de composição mais cálcicas (ricos em plagioclásios cálcicos em sua composição), porém, há uma considerável extensão do "*trend*" composicional em direção aos termos mais potássicos.

São observadas, também, no interior da unidade de gnaisses quartzo-feldspáticos leuco a mesocráticos, inumeráveis corpos lenticulares de composições petrográficas as mais diversas, mapeáveis apenas em escala 1:25.000 ou maiores. Em função de seus relevantes significados petrogenéticos, são citados a seguir:

a) Quartzitos

São corpos com espessuras na ordem de 0,10 a 10,00 metros que afloram por distâncias da ordem de dezenas de metros. Apresentam uma fabric deformacional (foliação conspícua). As cores variam do branco a verde nas variedades Fucsiticas. A granulação varia entre 0,54 a 2,00 milímetros. Em geral são quartzitos muito puros, com teores médios de quartzo de 97%. Apesar da fabric deformacional superimposta, esses quartzitos devem relacionar-se a pretéritos depósitos de natureza química e para os quais a designação metachert é apropriada.

b) Formações Ferríferas Bandadas

Da mesma maneira que os quartzitos, as formações ferríferas bandadas são constituídas por corpos lenticulares de pequena envergadura, com espessura máxima de poucas dezenas de centímetros a poucos metros. Embora não se disponha do conhecimento detalhado da estratigrafia interna dos terrenos granulíticos, nos quais se inserem, e, por conseguinte, não se conheça todas as condições de controle estratigráfico dessas formações sabe-se que, segundo Silva *et al.* (1982), essas formações são silicosas. Nesse caso, o teor de ferro na mineralização primária só localmente atinge mais que 50% e possui teor de manganês inferior a 5%, além de traços de Ti02 e P2 O5. As ocorrências mostram

em geral uma laminação de leitos ricos em magnetita e subordinadamente hematita, que se alternam com leitos ricos em quartzo, sem, no entanto, mostrar preservada a regularidade típica das formações ferríferas bandadas.

Não raro a magnetita ocorra como disseminações irregulares nos quartzitos quer como magnetita maciça, em bolsões métricos. Em algumas áreas elas gradam lateralmente para quartzitos ferruginosos. A maioria tem espessura da ordem de um metro, mas é variável entre cerca de alguns centímetros até cerca de 1 metro. Raramente ultrapassam os 1.000 metros de comprimento. A ocorrência de lentes no interior de prováveis metavulcanitos máficos e outras, ao longo do contato entre granutílicos máficos e gnaisses quartzo-feldspáticos, (além de suas dimensões reduzidas) parecem sugerir formações ferríferas do tipo algoma. Segundo Gross (1965), as fácies óxido e silicato, derivados de chert ferríferos são gerados em ambientes de sedimentação química e com vulcanismo proeminente. Além do tipo mais abundante, facies óxido ocorrem também paragêneses que contam da granada hiperstênio e diopsídeo que juntamente com o quartzo e os óxidos de ferro que caracterizam a facies silicato.

c) Gnaisses Calciossilicatados

Ocorrem sob a forma de lentes com comprimentos da ordem de dezenas de metros, raramente atingindo 1 quilômetro. Apresentam aspecto bandado, com alternância de faixas claras e escuras e com variações centimétricas. Internamente, as listras exibem uma foliação milimetricamente espaçada, caracterizada pelo alinhamento de minerais máficos. A retilinidade, bem como uma certa regularidade no bandamento composicional, imprimem aos gnaisses calciossilicáticos, uma aparência listrada que não encontra similar em nenhum outro conjunto litológico do Complexo Granulítico de Santa Catarina. As faixas claras são constituídas essencialmente por quartzo plagioclásio, e microclíneo róseo. Nelas ocorrem como principais acessórios: hornblenda clinopiroxênio, apatita e esfeno. As bandas escuras são compostas por clinopiroxênio hornblenda, apatita, esfeno, epidoto, actinolita e mais raramente, granada e carbonato. As texturas microscópicas são do tipo granoblásticas poligonal, como nos demais litossomas pertencentes a fácies

granulito na região. As estruturas mesgascópicas mostram evidencias de mobilizações parciais de porções leucocráticas, que podem levar ao desenvolvimento de estruturas de interpenetração do tipo agmatítico com as porções ultramáficas (SILVA e DIAS, 1981). Tais características levaram certos autores como Minioli (1972) a designar esse conjunto como migmatíticos bandados. As associações mineralógicas constatadas permitem a inferência da origem supracrustal para a rocha original (pré-granulitização) e podendo ser incluídos aí: calcários e dolomitos impuros, folhelhos calcíferos ardosias calcíferas , além de sequências margosas.

d) Estruturas migmatíticas pré-granulitização

A presença de estruturas móveis nas porções leucocráticas dos gnaisses granulíticos é uma das características marcantes do cinturão.

Referências a essas estruturas migmatíticas são uma constante em todos os trabalhos executados na região (BARTONELLI *et al.*, 1968, ALBUQUERQUE *et al.*, 1971, MINIOLI, 1972, MONACO *et al.*, 1974).

Essas estruturas ubiquamente representadas, levaram os autores a interpretarem o Complexo Granulítico como uma associação de médio grau metamórfico.

Posteriormente, a análise microscópica dos gnaisses melanocráticos, (paleossomas) e dos supostos mobilizados leucocráticos (neossomas) levou a constatação do equilíbrio nas fácies granulito dessas duas frações, inclusive com uma distribuição regional do hiperstênio nas fácies leucocráticas. Foi assim possível caracterizar como pertencente a um cinturão de alto grau metamórfico o Complexo Granulítico de Santa Catarina.

e) Estruturas migmatíticas pós-granulitização

São estruturas formadas a partir de um fenômeno geológico e temporariamente distinto da migmatização pré e sin-granulítica, porém, de distribuição mais ou menos generalizada na área. Isto é caracterizado como sendo a migmatização de injeção, relacionada a intrusões de granitoides do Ciclo Brasiliano,

descrita por Silva e Dias (1981). Esses autores enfatizam que essas áreas são áreas granulíticas que sofrem injeção de magmas sem nenhuma relação geoquímica e estrutural com as encaixantes.

Em geral, trata-se de veios graníticos de distinta coloração rósea, constituindo clássicas estruturas megascópicas do tipo lit-par-lit e caracterizam um processo de magmatização por injeção.

f) Granulito

São rochas de alto grau metamórfico cuja designação é a mesma da fácies metamórfica regional de alta temperatura, elevado grau geotérmico (T/P) e condições anidras (Pcarga>>PH2O) que levam a rocha a ter paragênese metamórfica tipicamente anidra.

A classificação da rocha exige a sua caracterização composicional (Ex.: granulito ácido; granulito diorítico, granulito ultramáfico). Existem muitos termos para designar fácies específicas, tais como: leptinito, charnockito, enderbito. São rochas granoblásticas, maciças a foliadas, granulação variável de muito fina (leptinitos, por exemplo) até muito grossa (alguns charnockitos, por exemplo).

Os granulitos são constituídos mineralogicamente por plagioclásio de cálcico à sódico, piroxênio, anfibólio, biotita, podendo ainda ter feldspato potássico e quartzo. Quando submetido à intemperização, tendem a se alterar a argila, com exceção apenas do quartzo.

5.1.3.1.3 Formação Campo Alegre (NP3Ca)

Ocupa a maior parte da área exposta da bacia, mais especificamente, toda a sua região central.

A sequência vulcano-sedimentar é dividida nas subunidades que seguem:

	| Sequência Vulcânica Inferior
Formação Campo Alegre	| Sequência Sedimentar Intermediária
	| Sequência Vulcânica Superior
	| Sequência Sedimentar Superior

a) Rochas e Solos derivados da Sequência Vulcânica Inferior

Ocorre formando uma estreita faixa contornando a bacia de Campo Alegre, sendo de pequeno interesse na geotecnia. Quanto as litologias presentes, são constituídas por rochas efusivas básicas do tipo basalto, andesito, dacitos e riodacitos e, em menor porcentagem, de vulcanitos ácidos. Estão associadas, algumas vezes, a siltitos, tufos e tufitos da Sequência Sedimentar Intermediária. Os vulcanitos básicos podem formar pequenos corpos intrusivos. Raramente ocorrem bancos métricos de conglomerados.

b) Rochas e solos derivados da Sequência Sedimentar Intermediária

As litologias presentes nessa sequência inclui os siltitos, tufos e tufitos com menor participação de arenitos, folhelhos e raríssimos conglomerados. Nessa sequência epivulcanoclástica intercalam-se sills e diques de meláfiros andesitos e basaltos.

Os solos derivados dessa unidade estratigráfica se mostram variáveis, pois apresentam uma grande variação litológica. A correspondência entre a heterogeneidade das rochas e dos solos, são expressivas no horizonte C, pois nesse horizontes a textura e estruturas são preservadas.

Assim, o horizonte C nos siltitos tenderão ser siltosos; nos folhelhos e folhelhos ardoseanos, argilo siltosos; nos arenitos tenderão produzir solos arenosos e nos conglomerados produzirão solos areno argilosos com cascalho.

No horizonte B haverá uma maior homogeneidade, pois além de não preservar a textura e a estrutura da rocha que lhe deu origem, esses solos se encontram mesclados, predominando solos argilo arenosos.

Os solos derivados da Sequência Sedimentar Intermediária, se mostram variáveis, pois essa unidade estratigráfica apresenta uma grande variação litológica. A correspondência entre a heterogeneidade das rochas e seus solos, são expressivas no horizonte C, pois nesse horizonte a textura e estruturas são preservadas. Assim, o horizonte C nos siltitos tenderão ser siltosos; nos folhelhos e folhelhos ardoseanos, argilo siltosos; nos arenitos tenderão produzir solos arenosos e nos conglomerados produzirão solos areno argilosos, com cascalho.

No horizonte B haverá uma maior homogeneidade, pois além de não mais preservar a textura e a estrutura da rocha, que lhe deu origem, esses solos se encontram mesclados, predominando solos argilo arenosos.

c) Rochas e solos derivados da Sequência Vulcânica Superior (Ácida)

A rocha representativa dessa sequência são as derivadas de derrames riolitícos e traquíticos. Nos derrames riolíticos da Sequência Vulcânica Superior, predominam as texturas holohialinas. Portanto, na constituição mineralógica da rocha, predomina a matéria vítrea, que tenderá se alterar a argila, pela desvitrificação.

Sendo o riolito uma rocha ácida, a sua matéria vítrea também será ácida e parte do vidro silicoso, não se transformará em argila. Por essa razão, podem restar fragmentos de vidro silicoso, em percentuais variáveis, que irão compor parte da fração siltosa.

Assim, o horizonte C desses riolitos tendem formar solos argilo siltosos, amarelados, esverdeados a brancos, enquanto que no horizonte B, há a tendência de um predomínio nítido da fração argilosa, com pequenas e variáveis proporções de silte e areia muito fina, sendo a coloração amarelada clara a branca.

Somente quando ocorrer a textura pórfira, pode aparecer uma reduzida fração arenosa, devido a presença de quartzo, como pórfiros. Como o quartzo não se altera e são grãos de pequeno tamanho, irá compor a fração arenosa fina, tanto no horizonte C quanto no B.

De acordo com o estudo apresentado por Teixeira (1973), as determinações de raio X e microscopia eletrônica efetuadas em solos derivados do riolito da região, constataram a predominância de caulinita e haloisita, tanto no horizonte C como no B. A média das análises químicas realizadas com solos derivados do riolito, apresentaram os seguintes teores:

- SiO_2 = 65%;
- Al_2O_3 = 24%;
- Fe_2O_3 = 2%.

d) Solos derivados da Sequência Sedimentar Superior

As camadas de tufos e de brechas vulcânicas tendem desvitrificar rapidamente, alterando-se a um solo de coloração branca, com níveis esverdeados a amarelados, com tendência a expansividade e com baixo ISC.

Os arenitos tendem gerar solos areno argilosos e os siltitos, solos síltico argilosos a argilo siltosos, amarelados a avermelhados.

e) Materiais pétreos da Sequência Sedimentar Intermediária

A Sequência Sedimentar Intermediária da Formação Campo Alegre é constituída por rochas sedimentares e não se mostra adequada à produção de brita.

Além do baixo peso específico e porosidade alta, a abrasão mostra índices elevados, acima do permitido. Por serem estratificados, a tendência será de apresentarem elevado percentual de fragmentos com forma alongada lamelar. A adesividade ao betume será reduzida e de difícil controle, pois sendo a rocha porosa, sempre guarda certa quantidade de água, que não consegue ser totalmente eliminada por processos industriais normais. Quando um fragmento de brita porosa, envolvido por um material impermeável, como o betume, é aquecido, a água presente sob a forma de umidade, se transforma em vapor, criando uma pressão de dentro para fora, que descola o betume do agregado.

As obras que venham a ser construídas sobre a Sequência Sedimentar Intermediária, deverão orientar a pesquisa na procura do Complexo Granulítico de Santa Catarina, uma vez que não apresentam rochas adequadas à produção de brita.

f) Materiais pétreos da Sequência Vulcânica Superior (Ácida)

A textura holohialina e pórfira apresentada pelo riolito, juntamente com o caráter ácido de sua composição química, trazem preocupações, quanto à adequabilidade dessa rocha, como agregado.

Essa preocupação reside na forma vítrea que a sílica pode apresentar, pois a sílica amorfa pode se comportar como um material deletério, ou seja, material que reage com os álcalis do cimento tipo Portland.

Esse comportamento é eventual, nem sempre se verificando, pois nos riolitos hipoabissais (diques), com maior grau de cristalização, a sensibilidade da sílica aos álcalis se torna menor. Em caso de suspeita, há necessidade de se executar ensaios de atividade aos álcalis do cimento tipo Portland, com o objetivo de quantificar essa sensibilidade.

Outra preocupação quanto a adequabilidade do riolito, está no problema que sua composição ácida pode gerar a adesividade ao betume asfáltico (CAP). A sílica livre tende a diminuir a adesividade ao betume, deficiência essa que pode ser corrigida pela colocação de aditivos especiais no asfalto, conhecidos como "dopping". Como exemplo, na pavimentação do trecho Aceguá - Bagé a adesividade se mostrou incontrolável com a brita produzida a partir do riolito.

Portanto, recomenda-se dispensar especial atenção para a adesividade dos riolitos da Formação Campo Alegre, ao betume asfáltico, realizando-se não somente um ensaio, mas uma série, com amostras representativas da pedreira.

A heterogeneidade da pedreira pode se constituir em outra dificuldade, especialmente, onde esses derrames riolíticos forem de pequena espessura, já que certos níveis podem estar alterados ou mostrarem baixo índice de sanidade.

Ensaios efetuados com quatro amostras do riolito, coletadas no trecho Piraberaba – Campo Alegre, acusaram os valores médios apontados na tabela 5.6.

TABELA 5.6 - SEQUÊNCIA VULCÂNICA SUPERIOR, DESCRIÇÃO DA ROCHA – RIOLITO HOLOHIALINO – PÓRFIRO, FLUIDAL, BRECHADO

ÍNDICE	MÉDIO	MÍNIMO	MÁXIMO
Abrasão Los Angeles	17,60%	14,90%	19,50%
Durabilidade	6,60%	3,80%	12,20%
Adesividade 100% satisf.	0,75%	0,50%	1,00%
Índice de Forma	Cúbica	Cúbica	Cúbica

g) Materiais pétreos da Sequência Sedimentar Superior

Essa unidade é constituída por rochas sedimentares, tufos e brechas vulcânicas estratificadas que não se mostram adequadas à produção de agregado, por falta de resistência à abrasão, sanidade, peso específico e porosidade.

5.1.3.1.4 Formação Gaspar (NP3ga)

Apresenta disposição esférica ocupando estreita faixa em todo o bordo da bacia de Campo Alegre. É constituída por um pacote de arenitos arcoseanos com espessuras de até 150 metros (DAITX, 1979). A granulometria varia de média a muito grosseira; a coloração é bordô e os leitos são maciços ou com estratificação plano paralela milimétrica, com tendência a cuneiforme, mostrando eventualmente, estratificações cruzadas de pequeno a médio porte (0,5 metros).

Lentes ou até mesmo camadas conglomeráticas com até 150 m de espessura intercalam-se nessa sequência. São constituídas por ortoconglomerados polimíticos com seixos subarredondados a subangulosos com diâmetro médio entre 2 a 4 cm (topo) e 10 a 15 cm (base), podendo alcançar até 30 a 40 cm na base, compostos por gnaisses e granitos alterados, xistos e quartzo, principalmente. Intercalações de lentes de arcóseos grosseiros, bordô, de espessuras decimétricas a métricas são frequentes.

a) Solos

Os solos derivados da Formação Gaspar apresentam características semelhantes a dos conglomerados da Sequência Sedimentar Intermediária, da Formação Campo Alegre, comentada anteriormente.

Os arenitos e conglomerados da Formação Gaspar possuem grãos arenosos grosseiros de quartzo e podem acumular areia, mas em pequena quantidade, devido a pequena área de ocorrência e ao pequeno percentual dessa fração arenosa, no conglomerado.

b) Materiais pétreos

Os arenitos e conglomerados da Formação Gaspar não apresentam condições tecnológicas de uso na britagem, devido a elevada abrasão, baixo peso específico aparente, elevada porosidade e baixa adesividade. O agregado produzido a partir do conglomerado, assim como do arenito, não apresenta condições de adesividade, pois a água retida em seus poros descola o betume quando evapora na pista em dias quentes. Tentativas de eliminação dessa água retida por aquecimento do agregado produzido, se mostraram infrutíferas, além de elevado custo. As rochas da Formação Gaspar não são adequadas à produção de brita, sendo que a alternativa mais viável é a de tentar localizar rochas adequadas, em locais favoráveis, constituídos por outras unidades estratigráficas.

5.1.3.1.5 Conglomerado Baú (NP3ba)

O Conglomerado Baú é classificado estratigraficamente como membro e, conforme Cavalcante (2007), o transporte e deposição foram de origem fluviais, com possibilidade de uma ação glacial na fonte, com geração de seixos e do arcóseo.

Segundo Cunha (2007), o Conglomerado Baú é de idade Mesoproterozóico/Neoproterozóico.

Litologicamente o Conglomerado Baú é constituído por conglomerados grosseiros, tendo ainda intercalações lenticulares de arenito Gaspar, podendo estar dobrados. Corresponde a um ambiente de formação continental fluvial. Apresenta características semelhantes aos conglomerados da Sequência Sedimentar Intermediária, da Formação Campo Alegre.

O Conglomerado Baú ocorre nos bordos das áreas de ocorrência da Formação Campo Alegre, e tende a formar um relevo medianamente a suavemente ondulado, sendo frequente a formação de cristas.

a) Materiais pétreos

O Conglomerado Baú não se mostra adequado à produção de brita, devido a elevada abrasão, baixo peso específico aparente, porosidade elevada e alta porcentagem de produção de finos. O agregado produzido a partir do conglomerado,

assim como os arenitos, não apresentam adesividade, pois a água retida em seus poros, descola o betume quando evapora em dias quentes na pista. Tentativas de eliminação dessa água por aquecimento do agregado se mostraram inúteis. Não sendo a rocha adequada à produção de brita, a alternativa é tentar localizar rochas adequadas, em locais favoráveis, de outras unidades estratigráficas.

Ressalta-se que o Mapa Geológico com as formações geológicas e litotipos descritos anteriormente é apresentado na página 19, do Volume II – Mapeamento Temático, Tomo I.

5.1.3.2 Grau de alteração das rochas

Para se determinar o grau de alteração das rochas deve-se, primeiramente, determinar a sua composição mineralógica e o processo de formação (cristalização) desse mineral, para posteriormente entender a sua maior ou menor alterabilidade.

O magma é um conjunto de silicatos em fusão que ao resfriar-se torna possível o arranjo dos tetraedros (SiO4) - 4 que irão formar minerais do grupo dos silicatos.

Observando-se essa sequência de cristalização percebe-se que a medida que ocorre o resfriamento do magma, há uma sequência de cristalização que no estudo de rochas permite prever quais minerais poderão ou não se associar para a formação de uma rocha. Por exemplo, dificilmente o processo resultará em olivina e quartzo na mesma rocha.

A sequência de cristalização é válida para as rochas intrusivas. Para as rochas extrusivas, não se aplica a sequência de cristalização com o mesmo rigor devido ao relativamente rápido resfriamento do magma.

A Série de Bowen estabeleceu para os magmas mais frequentes duas séries de reações, contínuas e descontínuas, que se processam simultaneamente enquanto a temperatura decresce:

a) Série descontínua

É a série representada pelos minerais ferro magnesianos mais importantes: olivinas, piroxênios, anfibólio e biotita. À medida que a temperatura decresce, os

minerais formados em temperatura mais elevadas, tornam-se instáveis e tendem a reagir com a sílica (SiO2), que está em fusão no magma para tornar-se mais estáveis. Por exemplo, a olivina forma-se no início do resfriamento do magma, portanto, em temperaturas mais elevadas. À medida que o magma resfria, a olivina reage com a sílica:

- Forsterita (olivina) + Sílica → enstatita
- Mg_2SiO_4 + SiO_2 → $2Mg_2SiO_3$

Observa-se que à medida que o magma resfria, os minerais se tornam mais ricos em sílica. Olivinas (SiO4), piroxênios (SiO3), anfibólios (SiO4), biotita (Si2O5), ou seja, os ferros-magnesianos cristalizam-se no magma numa ordem crescente de acidez:

- $SiO_4 < SiO_3 < Si_4O_4 < Si_2O_5$

b) Série contínua

É expressada pelos minerais do grupo dos plagioclásios (figura 5.28). Ao contrário da série descontínua, as reações ocorrem continuamente com reajuste das composições à medida que a temperatura diminui.

Os primeiros plagioclásios a se formarem são os cálcicos. Caso haja no magma Ca e Na, à medida que são formados os plagioclásios cálcicos, resta o Na, aumentando o seu teor durante o resfriamento, passando a formar plagioclásios sódicos. Como o teor de SiO2 em anortita (CoAl2Si2O8) é menor do que da albita (NaAlSi3O8), observa-se que também nos plagioclásios a ordem é crescente do seu teor de sílica. Quando ocorre o esgotamento de sílica no local de formação, o resfriamento prossegue até o final com o plagioclásio formado.

As duas séries de reação processam-se simultaneamente enquanto a temperatura decresce, convergindo para uma única, como pode-se observar na figura 5.28. O quartzo (SiO2) é o último mineral a ser formado. Esse mineral é gerado depois de formado todos os minerais possíveis e se ainda restar sílica residual. Caso não reste sílica a rocha formada não terá quartzo.

Uma rocha pode ser formada pela associação de olivina-plagioclásio sódico, pois são formadas ao mesmo nível de temperatura. Se houvesse, também, sílica suficiente para formar o plagioclásio sódico, a série descontínua não seria interrompida na olivina, mas se prolongaria até a biotita.

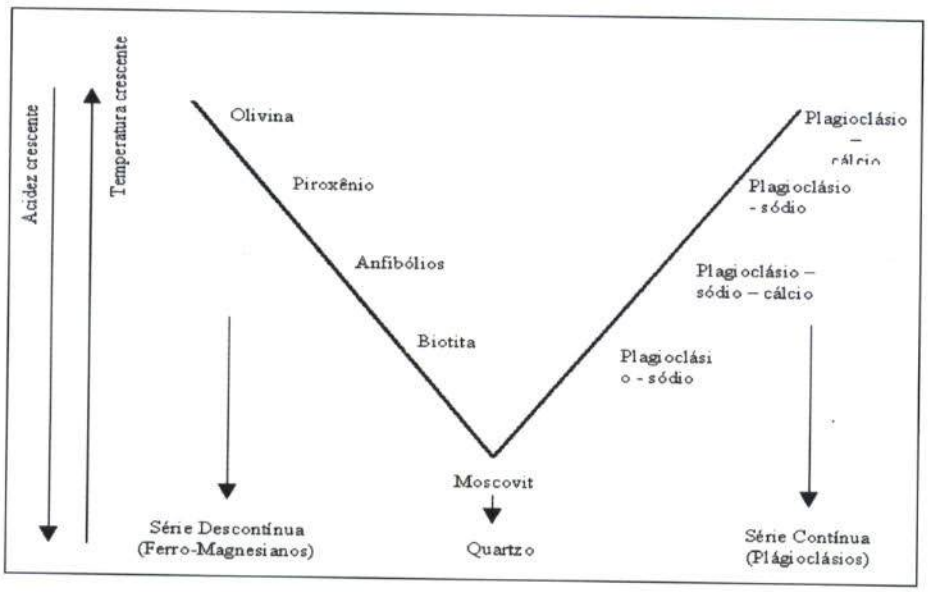


Figura 5.28 - Séries contínuas e descontínuas de cristalização de Bowen.

A susceptibilidade dos minerais à alteração química é inversa da ordem de cristalização desses minerais no magma, sendo essa chamada de série de Goldish, ou de alteração. De acordo com a série de Goldish, entre os minerais mais vulneráveis encontra-se a olivina, seguido do plagioclásio cálcico, os piroxênios, os plagioclásios sódicos, os anfibólios, os plagioclásios sódicos-cálcicos, a biotita, os plagioclásios sódicos, a muscovita, e por fim o quartzo.

Como se pode observar na figura 5.29, os feldspatos potássicos e a muscovita apresentam um menor grau de resistência, sendo no entanto, o quartzo o mais estável.

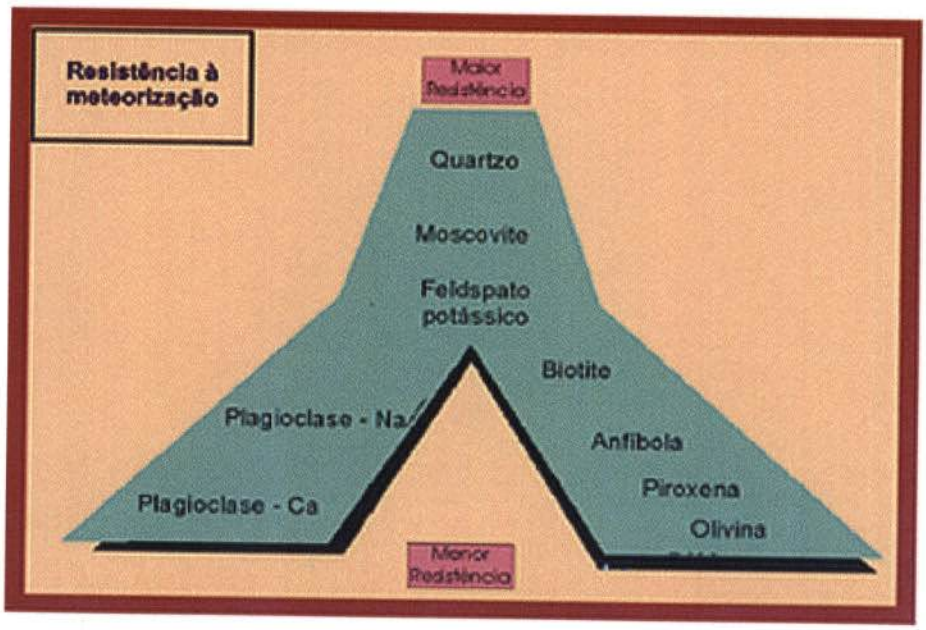


Figura 5.29 - Série de Goldish ou série da resistência dos minerais a meteorização.

No gráfico representado na figura 5.30, confirma-se o que foi anteriormente citado, além de evidenciar a transformação dos feldspatos e dos plagioclásios em minerais de argila.

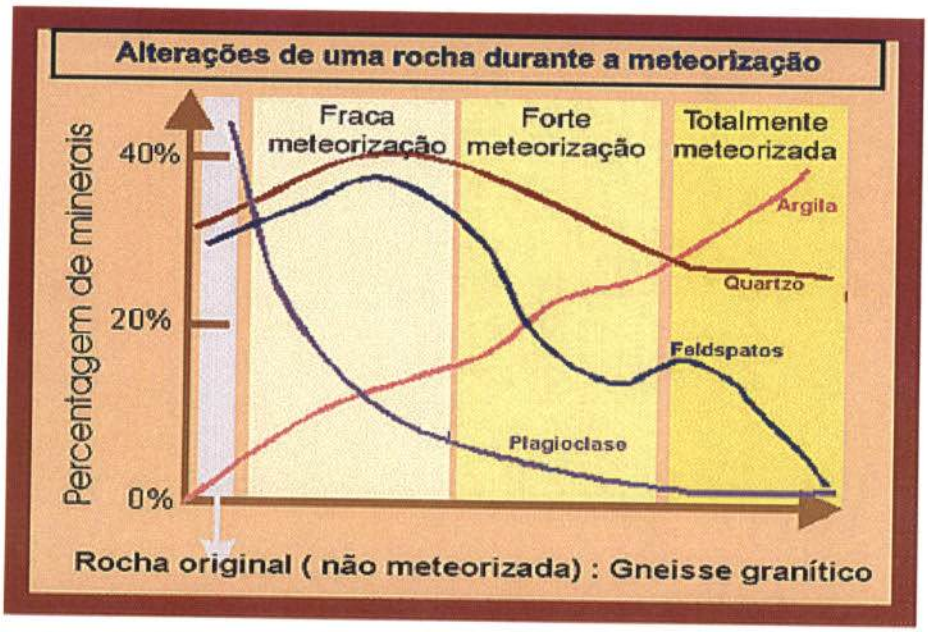


Figura 5.30 - Gráfico mostrando a transformação dos feldspatos e dos plagioclásios em minerais de argila.

Analisando-se a composição mineralógica das rochas presentes nas formações e complexos encontrados no trecho, percebe-se a predominância dos minerais de feldspato plagioclásio e ortoclásio, quartzo, biotita, piroxênio e anfibólios. Também percebe-se minerais com reduzida consistência intergranular que se traduz na presença de grãos (ou partículas de qualquer natureza) facilmente desagregáveis, presentes nos tufos vulcânicos.

Os minerais de quartzo são considerados resistentes à alteração, o que se constitui uma de suas características importantes. Essa resistência à alteração se deve ao fato do quartzo ser composto por sílica pura, não apresentar clivagem, possuir dureza elevada e poder se cristalizar a baixas temperaturas.

Os minerais de feldspato tendem a se alterar para minerais argilosos, possuindo elementos necessários para a formação de argilas alumino silicatos hidratados, com ou sem cátions. Além disto, mostram dois a três planos de clivagem que facilitam a passagem da água no interior da estrutura do mineral e, consequentemente, a sua alteração.

Devido ao fato de apresentarem Ferro em sua composição, a biotita apresenta uma grande sensibilidade a alteração por oxidação do Fe ++ para Fe +++. Esse fato pode ser até percebido em alguns granitos polidos que mostram pontos de ferrugem. Normalmente trata-se da oxidação da biotita.

Além da oxidação do Fe++, pode entrar H_2O nas unidades lamelares que formam a biotita, transformando-a em vermiculita. Macroscopicamente a vermiculita tem um aspecto muito semelhante ao ouro, principalmente por sua cor. Quando aquecida a água existente entre as suas lamelas evapora, esfoliando-a toda.

Tanto a biotita quanto a muscovita se alteram para minerais argilosos, sendo que na biotita além da argila há a liberação de óxidos de ferro, de coloração avermelhada. A biotita se altera muito mais rapidamente que a muscovita.

Os minerais de piroxênios e anfibólios se alteram para minerais argilosos produzindo óxidos de ferro.

Percebe-se, conforme citado anteriormente, que os minerais de argila, se formam a partir da alteração de outros minerais. Quando a decomposição se dá por intemperismo (ou seja, pela ação da água da chuva ou de águas em movimento),

em temperaturas próximas a ambiente, os minerais ferromagnesianos se decompõem em primeiro lugar, seguindo-se dos feldspatos e, posteriormente, das micas. Se a movimentação das águas é restrita, sem percolação, os minerais ferromagnesianos dão origem a montmorilonitas e os feldspatos originam a caulinita, quando há possibilidade da eliminação total do potássio. Se a drenagem das águas é intensa a tendência dos materiais ferromagnesianos é de formar óxidos de alumínio e de ferro, enquanto a dos feldspatos é de formar a haloisita (ou mistura de caulinita e haloisita). Os plagioclásios cálcicos tendem a dar origem a haloisita.

Os fatores principais que regem os processos de alteração por intemperismo e a consequente formação de solos são: o caráter petrográfico da rocha matriz; o clima, particularmente a variação da temperatura, as chuvas e a variação entre a temperatura e a precipitação de chuvas durante as estações do ano; a topografia, incluindo a vegetação, espécie e abundância dos produtos da decomposição vegetal e o tempo geológico.

Esses fatores tem importância variável, em função do tempo geológico. Se o tempo de atuação do intemperismo é longo, o tipo de rocha matriz tem importância menor do que o fator clima. Entretanto, se o tempo for curto, o caráter petrográfico da rocha matriz terá uma importância fundamental. De modo geral, se a chuva for intensa, ou seja, mais de 2 metros por ano e a drenagem for rápida, há a tendência para a formação de caulinita e gibsita. Caso a drenagem seja difícil, a evaporação é lenta e o meio é alcalino e úmido, podendo-se formar ilita, montmorilonita, clorita ou camadas mistas, conforme os elementos predominantes existentes no meio, a predominância de magnésio pode levar ao grupo paligorsquita-sepiolita.

Os solos lateríticos vermelhos contêm uma predominância de óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio, além da caulinita. Em locais onde ocorre uma variabilidade da chuva, como no sul do Brasil, existe uma grande facilidade para a matéria orgânica ser oxidada e destruída. Quando as águas são ácidas há uma lixiviação dos metais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio) e uma fixação da sílica, juntamente com o laterito e ferro na forma de lateritos e bauxitos, como ocorre na região norte do Brasil.

Em sedimentos marinhos recentes ocorrem argilas do tipo ilitas, montmorilonitas e cloritas, apesar de se poder ocorrer caulinita. Nos processos de diagênese há a formação de ilita e clorita. Assim, em sedimentos marinhos antigos, de rochas sedimentares, a clorita e a ilita são predominantes. Em sedimentos continentais, todos os argilominerais podem estar presentes, mas a caulinita deve predominar.

Em área lacustres de salinidades elevadas (em cálcio e magnésio), os argilominerais paligorsquita-sepiolita parecem apresentar formação preferencial. Nos folhelhos argilosos ou argilitos, tendem a formar a ilita e a clorita. As bentonitas são argilas formadas "in loco", em meio úmido, com movimentação restrita de água, pela alteração de cinzas tufos e vidros vulcânicos ácidos.

As rochas encontradas ao longo do trecho analisado são as seguintes: anfibolito, gnaisse, gnaisse granulítico, granulito, arcóseo, folhelho, riolito, tufito.

De acordo com o Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina, anteriormente citado, os anfibolitos, gnaisses, gnaisses granulíticos e granulitos são litologias pertencentes ao Complexo Granulítico Santa Catarina; os arcóseos à unidade Conglomerado Baú e os folhelhos, riolitos e tufitos são correspondentes à Formação Campo Alegre.

O riolito apresenta em sua composição mineralógica os minerais de quartzo, feldspatos alcalinos e plagioclásio. Conforme citado anteriormente, os minerais de quartzo não se alteram, restando apenas os minerais de feldspato alcalino (FK) e os feldspatos calcicos-sódicos (plagioclásio). Ocorre, então o processo de hidrólise.

Na natureza, a hidrólise é um fenômeno frequente, pois o CO_2 atmosférico, ou o existente nos solos, pode reagir com a água formando ácido carbônico que tem tendência a ionizar-se:

- $H_2O + CO_2 - H_2CO_3 - H^+ + HCO^-_3$;
- H_2CO_3 = ácido carbônico;
- HCO^-_3 = íon hidrogenocarbonato.

Essas águas acidificadas reagem com o feldspato potássico (mineral que ocorre, por exemplo, nas rochas graníticas), originando a caulinita-mineral do grupo

das argilas, com grande interesse para a indústria cerâmica. Esse exemplo de meteorização é representado pela reação química:

- $2\ KALSi_3O_8 + H_2CO_3 + H_2O - K_2CO_3 + AL_2Si_2O_5\ (OH)_4 + 4\ SiO_2$;
- $2\ KALSi_3O_8$ = feldspato potássico;
- $AL2Si_2O_5\ (OH)_4$ = caulinita.

O fenômeno denomina-se caulinização, ocorrendo frequentemente nas rochas riolíticas e graníticas, que pouco a pouco, vão se alterando, pela transformação dos feldspatos em minerais de argila.

O solo derivado dessa rocha apresenta grandes espessuras, se comparadas as espessuras de solos derivadas da rocha granítica, preservando-se os aspectos texturais e estruturais da rocha de origem. Não há ocorrências de matacões devido ao resfriamento rápido do magma que lhes deu origem, portanto, essas rochas são intensamente diaclasadas.

O gnaisse e gnaisses granulíticos são compostos por feldspato potássico, plagioclásio, e ainda quartzo e biotita.

Minerais de feldspato se alteram para minerais de argila, conforme citado anteriormente, e os minerais de biotita se alteram para minerais argilosos da oxidação do ferro ++ para o ferro +++.

O solo derivado dessas rochas apresenta grandes espessuras, sendo seguidamente atravessadas por veios de quartzo, provenientes da precipitação de solutos silicosos num sistema de fendas abertas devido a infiltrações de soluções gasosas hidro-termais emanadas de um magma inferior.

Os veios de quartzo que seguidamente se apresentam paralelos e com espessuras variando de poucos centímetros até poucos metros permanecem rochosos nos solos residuais. Os granulitos apresentam grandes espessuras de solo, como os gnaisses granulíticos citados anteriormente. Os arcóseos são compostos por quartzos, feldspatos e materiais liticos. Esses arenitos geram solos espessos com minerais de argila.

5.1.3.3 Declividade dos terrenos

As classes de declividade dos terrenos foram definidas a partir da base cartográfica do IBGE em escala de 1:50.000. Sobre essa base foram definidas as seguintes classes: de 0 a 6%, de 6 a 12%, de 12 a 30%, de 30 a 50% e maiores que 50%. Essas classes foram escolhidas de acordo com trabalhos anteriores e com características do trecho analisado. A declividade apresenta uma associação com feições de instabilização devido ao fato de que quanto maior a inclinação do terreno maior será a velocidade da água de carreamento de partículas e, consequentemente, maior será a suscetibilidade de ocorrência de feições erosivas. Quanto menor for a inclinação do terreno, menor vai ser a velocidade em que a água passa por ele, no entanto, maior será a infiltração, causando outros problemas de igual importância, como feições de escorregamento.

As declividades podem ser associadas com a ocorrência de solos inservíveis. Comparando-se o mapa de Classes dos Solos com o de Declividades, percebe-se que a ocorrência de solos inservíveis se dá em regiões com baixa declividade, de 0 a 6%. Isto pode ser visualizado nos mapas de Classes dos Solos, de Declividade e de Superposição das Classes dos Solos e Declividade que estão apresentados, respectivamente, nas páginas 21, 23 e 25 do Volume II – Mapeamento Temático, Tomo I.

5.1.3.4 Análise descritiva detalhada da geologia local

O estudo do trecho Navegantes – Divisa SC/RS tem início no km 0+000 (igualdade km 2+000 da rodovia) identificando-se, ao longo do trecho analisado, o condicionamento geológico e pedológico descrito nos itens a seguir.

Observa-se que no Mapa Geológico apresentado, foi traçado em programa de SIG um *buffer* da rodovia de 500 metros para ao norte do eixo da rodovia, além disso foi considerado a área entre o eixo da rodovia e o rio Itajaí-Açu. Essa área analisada, que corresponde a área de influência direta do meio físico, possui área total de 222,22 quilômetros quadrados.

Com o cálculo da frequência das áreas em relação a AID, percebeu-se que as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares ocorrem em cerca de 58,00% do trecho

analisado, enquanto as litologias do Complexo Granulítico Santa Catarina ocorrem em cerca de 26,38% do trecho analisado. Os Conglomerados da Unidade Conglomerado Baú ocorrem apenas em 1,16% do trecho analisado e as litologias da Formação Gaspar e da Formação Campo Alegre ocorrem em, respectivamente, 11,01% e 3,15% do trecho analisado.

5.1.3.4.1 Segmento km 2+000 a 8+400 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho

Ocorre predominância dos Depósitos Colúvio-Aluvionares nesse intervalo. Dos quilômetros 4+500 a 5+000 e 7+000 a 8+400 encontram-se os litotipos, tanto dos Depósitos Colúvio-Aluvionares quanto do Complexo Granulítico Santa Catarina.

5.1.3.4.2 Segmento km 8+400 a 9+500 – Complexo Granulítico Santa Catarina (A4scg) – anfibolito, gnaisse, gnaisse granulítico e granulito

Esse trecho localiza-se sobre o Complexo Granulítico Santa Catarina fazendo contato também com os litotipos dos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.3.4.3 Segmento km 9+500 a 13+200 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho

Nesse trecho, ocorre predominância dos Depósitos Colúvio-Aluvionares. No km 9+500 faz contato com as rochas do Complexo Granulítico Santa Catarina e no km 13+200 encontra-se, no lado esquerdo da rodovia, com as litologias do Conglomerado do Baú.

5.1.3.4.4 Segmento km 13+200 a 14+600 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho e Conglomerado Baú (NP3ba) – arenito-arcoseano

Nesse trecho, do km 13+200 ao km 14+000 ocorrem os litotipos dos Depósitos Colúvio-Aluvionares e do Conglomerado Baú em ambos os lados da rodovia, havendo predominância do primeiro litotipo.

Já do km 14+000 ao km 14+600 há predominância das litologias do Conglomerado Baú, ocorrendo à esquerda da rodovia, próximos ao rio Itajaí-Açu, os litotipos dos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.3.4.5 Segmento km 14+600 a 15+500 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho, Conglomerado Baú (NP3ba) – arenito-arcoseano e Formação Gaspar (NP3ga) – arcóseo conglomerado

A partir do km 14+600, aparecem ao lado esquerdo da rodovia, em conjunto com as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares e do Conglomerado Baú, os litotipos da Formação Gaspar. A ocorrência simultânea dessas três formações, no lado esquerdo da rodovia, ocorre até o km 15+000, onde encerra-se a participação da unidade Conglomerado Baú. Por sua vez, no segmento do km 14+600 ao km 15+000, no lado direito da rodovia só ocorrem as litologias do Conglomerado Baú.

A partir do km 15+000, aparecem ao lado direito do eixo da via, em conjunto com as litologias do Conglomerado do Baú, aquelas da Formação Gaspar, sendo encerrada a participação da primeira unidade no km 15+500. Já no lado esquerdo da rodovia, nesse segmento, há a predominância dos litotipos da Formação Gaspar, aparecendo também, próximos ao rio Itajaí-Açu, aqueles pertencentes aos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.3.4.6 Segmento km 15+500 a 19+800 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho e Formação Gaspar (NP3ga) – arcóseo conglomerado

Do km 15+500 ao km 16+000 no lado direito da rodovia ocorre unicamente a Formação Gaspar. Já no lado esquerdo, essa Formação continua predominante, ocorrendo em conjunto com os Depósitos Colúvio-Aluvionares, ainda localizados próximos ao rio.

Do km 16+000 até o 16+600, inicia-se o aparecimento e a predominância, no lado direito da via, das litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares. Entretanto, no lado esquerdo, continua a predominância da Formação Gaspar, embora as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares se encontrem tanto próximas ao rio quanto ao eixo da rodovia.

Do km 16+600 ao km 18+500 há predominância, em ambos os lados da via, das litologias da Formação Gaspar. Os Depósitos Colúvio-Aluvionares ocorrem próximos ao eixo da rodovia, ao lado esquerdo.

A partir do km 18+500 ao km 19+800, no lado direito da via há somente a ocorrência dos litotipos dos Depósitos Colúvio-Aluvionares. Já no lado esquerdo, esses litotipos ocorrem sozinhos dentro de um *buffer* de 600 metros do eixo da rodovia. Desse *buffer*, até o rio, ocorre a predominância das litologias da Formação Gaspar.

5.1.3.4.7 Segmento km 19+800 a 27+800 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho

Nesse trecho, ocorre o predomínio das litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares em ambos os lados da rodovia. Entre o km 23+800 e o km 25+100 e o km 25+500 e o km 27+800 passam a ocorrer, ao lado esquerdo da via, "ilhas" das litologias do Complexo Granulítico Santa Catarina em meio aos Depósitos Colúvio-Aluvionares. Do km 24+650 a 25+550, no lado direito da via, ocorre também as litologias da Formação Campo Alegre que retornam a aparecer, no mesmo lado, no km 27+650.

5.1.3.4.8 Segmento km 27+800 a 30+100 – Formação Campo Alegre (NP3ca) e Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – arcóseo, folhelho, riolito, siltito e tufito e areia, argila e cascalho

Nesse intervalo, do lado direito da rodovia ocorre predominância das rochas da Formação Campo Alegre. Já do lado esquerdo predominam as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares. Ao lado esquerdo da via, entre o km 28+700 e o km 30+000, também ocorre, em meio aos Depósitos Colúvio-Aluvionares, uma "ilha" das litologias do Complexo Granulítico Santa Catarina.

No km 29+500 percebe-se o contato com as litologias da Formação Campo Alegre e Formação Gaspar. As rochas da primeira formação se estendem, na AID até o km 29+900 e da segunda formação até o km 30+000, retornando a aparecer no km 30+100. Em todos os casos, os contatos com essas as formações ocorrem no lado direito da rodovia.

5.1.3.4.9 Segmento km 30+100 a 32+000 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho e Formação Gaspar (NP3ga) – arcóseo e conglomerado

Segmento situado sobre Depósitos Colúvio-Aluvionares e a Formação Gaspar, sendo que a primeira unidade prevalece no lado esquerdo da via e a segunda no direito.

5.1.3.4.10 Segmento km 32+000 a 32+500 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho

Região sobre os Depósitos Colúvio-Aluvionares fazendo contato, no início e fim do segmento com as rochas da Formação Gaspar.

5.1.3.4.11 Segmento km 32+500 a 33+900 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho e Formação Gaspar (NP3ga) – arcóseo e conglomerado

Segmento situado sobre Depósitos Colúvio-Aluvionares e a Formação Gaspar, sendo que a primeira unidade prevalece no lado esquerdo da via, próxima ao rio Itajaí-Açu, e a segunda no direito.

5.1.3.4.12 Segmento km 33+900 a 35+450 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) e Formação Campo Alegre (NP3ca) – areia, argila e cascalho e arcóseo, folhelho, riolito, siltito e tufito

Ocorre a predominância dos Depósitos Colúvio-Aluvionares que aparecem em ambos os lados da rodovia. Secundariamente ocorre a Formação Campo Alegre, no lado direito da via.

5.1.3.4.13 Segmento km 35+450 a 36+750 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho

Esse segmento localiza-se sobre os Depósitos Colúvio-Aluvionares em contato com as rochas da Formação Campo Alegre.

5.1.3.4.14 Segmento km 36+750 a 40+700 – Formação Campo Alegre (NP3ca) e Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – arcóseo, folhelho, riolito, siltito e tufito e areia, argila e cascalho

Ocorre sobre as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares e da Formação Campo Alegre. No intervalo entre os quilômetros 36+750 a 37+000, predominam no lado esquerdo da via as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares e no lado direito aquelas da Formação Campo Alegre. No intervalo entre os quilômetros 37+800 e 40+700 predomina a ocorrência das litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares que surgem em ambos os lados da rodovia, enquanto as rochas da Formação Campo Alegre só aparecem no lado direito. No segmento do km 37+000 ao km 37+800 no lado direito da rodovia ocorre somente a Formação Campo Alegre (figura 5.31), já no lado esquerdo, embora as rochas dessa formação apareçam com maior frequência, ocorrem também as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

Figura 5.31 - Siltito da Formação Campo Alegre.
Fonte: Autoria Prosul

Figura 5.32 - Siltito da Formação Campo Alegre - Detalhe.
Fonte: Autoria Prosul

5.1.3.4.15 Segmento km 40+700 a 41+800 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho

Região localizada sobre Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.3.4.16 Segmento km 41+800 a 43+300 – Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) e Formação Gaspar (NP3ga) – areia, argila e cascalho e arcóseo e conglomerado

Segmento situado sobre Depósitos Colúvio-Aluvionares e a Formação Gaspar, sendo que a primeira unidade prevalece no lado esquerdo da via e a segunda no direito.

5.1.3.4.17 Segmento km 43+300 a 47+800 – Complexo Granulítico Santa Catarina (A4scg), Formação Gaspar (NP3ga) e Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – anfibolito, gnaisse, gnaisse granulítico e granulito, arcóseo e conglomerado e areia, argila e cascalho

Trecho situado sobre as litologias do Complexo Granulítico Santa Catarina, Formação Gaspar e Depósitos Colúvio-Aluvionares.

No km 43+300 ao km 43+600 as litologias da Formação Gaspar aparecem ao lado direito do eixo da via, aquelas dos Depósitos Colúvio-Aluvionares ao lado esquerdo e aquelas do Complexo Granulítico Santa Catarina em ambos os lados.

Do km 43+600 ao km 45+850, no lado direito da via ocorrem principalmente as rochas do Complexo Granulítico Santa Catarina. Já no lado esquerdo ocorrem as três unidades acima citadas, porém, com predominância da Formação Gaspar. Observa-se que os litotipos dos Depósitos Colúvio-Aluvionares ocorrem em uma estreita faixa entre os litotipos das outras unidades.

No intervalo entre os quilômetros 45+850 a 47+000 no lado direito da rodovia ocorrem somente as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares. Já no lado esquerdo essas litologias aparecem em conjunto com aquelas da Formação Gaspar que são predominantes.

Do km 47+000 ao km 47+800 as rochas do Complexo Granulítico Santa Catarina voltam a aparecer, sendo predominantes em ambos os lados da via. Observa-se que ao lado esquerdo elas ocorrem em conjunto com as litologias da Formação Gaspar e ao lado direito com aquelas dos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.3.4.18 Segmento km 47+800 a 74+000 – Complexo Granulítico Santa Catarina (A4scg) e Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – anfibolito, gnaisse, gnaisse granulítico e granulito e areia, argila e cascalho

Nesse segmento ora ocorrem somente as rochas do Complexo Granulítico Santa Catarina, ora somente as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares, ora ambas estão em contato. Assim, dos quilômetros 47+800 a 51+400 ocorre somente as rochas do Complexo Granulítico Santa Catarina. Já dos quilômetros 52+700 a 53+800, 68+500 a 68+800 e 69+500 a 71+100 ocorre somente as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares. Nos demais intervalos as duas litologias encontram-se em contato.

Figura 5.33 - Solo derivado do granulito – Complexo Granulítico Santa Catarina.
Fonte: Autoria Prosul

5.1.3.5 Características geotécnicas dos terrenos atingidos pelas obras

Ao longo da realização de projetos de rodovias constatou-se que existe uma grande correlação entre as características da rocha e os solos dela derivados. A correlação da rocha com as características geotécnicas do horizonte C é significativa, pois nesse horizonte as características texturais e estruturais da rocha que lhe deu origem são preservadas, estando os minerais instáveis parcialmente alterados.

No horizonte B, por haver um maior desenvolvimento pedogenético, a correlação das características geotécnicas é mais efetiva com a pedologia, inclusive possibilitando uma associação com a sua classificação geotécnica.

Nesse contexto, para a determinação das características geotécnicas dos terrenos atingidos pelas obras foram consideradas no estudo as informações geológicas, litológicas e pedológicas dos trechos da rodovia BR-470, como pode ser observado na tabela 5.7.

Primeiramente, visando uma caracterização de forma mais abrangente, foram consideradas somente aquelas unidades geotécnicas que derivam das unidades geológicas predominantes no segmento. Assim, foram caracterizados os horizontes C e B do Complexo Granulítico de Santa Catarina (que corresponde a 26,38% da área do trecho analisado) e dos Depósitos Colúvio-Aluvionares (que corresponde a 58,00% da área do trecho analisado).

Posteriormente, visando uma melhor caracterização da geotecnia da localidade, foi realizado um estudo mais específico que utilizou a Metodologia de Mapeamento Geotécnico de Grandes Áreas empregada no sul do Brasil de Davison Dias (1995). Essa metodologia utiliza a pedologia como ciência indicadora de comportamento dos solos e a geologia, para a descrição geotécnica. Nesse caso, as estimativas de unidades geotécnicas são criadas a partir de sobreposição dos mapas de litologia e pedologia, com o objetivo de caracterizar as diferentes unidades presentes na área de estudo e seu comportamento quando submetidas a diferentes solicitações e usos.

TABELA 5.7 - UNIDADES GEOTÉCNICAS SOLICITADAS MECANICAMENTE PELA VIA

KM		UNIDADE GEOLÓGICA/ LITOLÓGICA	UNIDADE PEDOLÓGICA
INÍCIO	FIM		
2+000	8+400	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho	Areias Quartzosas Marinhas (AMa2), Glei Pouco Húmico (HGPd7), Solos Aluviais (Aa2) e Podzólico Vermelho-Amarelo (PVa13)
8+400	9+500	Complexo Granulítico Santa Catarina (A4scg) – anfibolito, gnaisse, gnaisse granulítico e granulito	Glei Pouco Húmico (HGPd7) e Podzólico Vermelho-Amarelo (PVa13)
9+500	13+200	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho	Glei Pouco Húmico (HGPd7 e HGPd8)
13+200	14+600	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) e Conglomerado Baú (NP3ba) – areia, argila e cascalho e arenito-arcoseano	Cambissolo (Ca32) e Glei Pouco Húmico (HGPd7 e HGPd8)
14+600	15+500	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca), Formação Gaspar (NP3ga) e Conglomerado Baú (NP3ba) – areia, argila e cascalho, arcóseo e conglomerado e arenito-arcoseano	Cambissolo (Ca32) e Glei Pouco Húmico (HGPd8)
15+500	19+800	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) e Formação Gaspar (NP3ga) – areia, argila e cascalho e arcóseo e conglomerado	Cambissolo (Ca32) e Glei Pouco Húmico (HGPd8)
19+800	27+800	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho	Glei Pouco Húmico (HGPd1 e HGPd8), Cambissolo (Ca32) e Podzólico Vermelho-Amarelo (PVa1)

KM		UNIDADE GEOLÓGICA/ LITOLÓGICA	UNIDADE PEDOLÓGICA
INÍCIO	FIM		
27+800	30+100	Formação Campo Alegre (NP3ca) e Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – arcóseo, folhelho, riolito, siltito e tufito e areia, argila e cascalho	Glei Pouco Húmico (HGPd1) e Podzólico Vermelho-Amarelo (PVa1)
30+100	32+000	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) e Formação Gaspar (NP3ga) – areia, argila e cascalho e arcóseo e conglomerado	Glei Pouco Húmico (HGPd1) e Solos Litólicos (Ra2)
32+000	32+500	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho	Glei Pouco Húmico (HGPd1)
32+500	33+900	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) e Formação Gaspar (NP3ga) – areia, argila e cascalho e arcóseo e conglomerado	Glei Pouco Húmico (HGPd1)
33+900	35+450	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) e Formação Campo Alegre (NP3ca) – areia, argila e cascalho e arcóseo, folhelho, riolito, siltito e tufito	Glei Pouco Húmico (HGPd1)
35+450	36+750	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho	Glei Pouco Húmico (HGPd1)
36+750	40+700	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) e Formação Campo Alegre (NP3ca) – areia, argila e cascalho e arcóseo, folhelho, riolito, siltito e tufito	Glei Pouco Húmico (HGPd1) e Solos Litólicos (Ra2)
40+700	41+800	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – areia, argila e cascalho	Glei Pouco Húmico (HGPd1)
41+800	43+300	Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) e e Formação Gaspar (NP3ga) – areia, argila e cascalho e arcóseo e conglomerado	Glei Pouco Húmico (HGPd1)
43+300	47+800	Complexo Granulítico Santa Catarina (A4scg), Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) e Formação Gaspar (NP3ga) – anfibolito, gnaisse, gnaisse granulítico e granulito e areia, argila e cascalho e arcóseo e conglomerado	Glei Pouco Húmico (HGPd1), Solos Litólicos (Ra2) e Podzólico Vermelho-Amarelo (PVa12)
47+800	74+000	Complexo Granulítico Santa Catarina (A4scg) e Depósitos Colúvio-Aluvionares (Q2ca) – anfibolito, gnaisse, gnaisse granulítico e granulito e areia, argila e cascalho	Glei Pouco Húmico (HGPd1, HGPd3 e HGPd5), Cambissolo Gleico (Ce3), Solos Litólicos (Ra2) e Podzólico Vermelho-Amarelo (PVa1, PVa7, PVa12, e PVa13)

5.1.3.5.1 Caracterização geotécnica pela geologia

Ao longo do trecho, há a predominância do Complexo Granulítico de Santa Catarina e dos Depósitos Colúvio-Aluvionares. Assim, como existe uma correlação das rochas e dos solos deles derivados, foram caracterizados geotecnicamente os solos derivados de ambas unidades geológicas.

a) Caracterização geotécnica dos solos derivados do Complexo Granulítico de Santa Catarina

Na caracterização dos solos derivados de uma rocha, há uma diferenciação macroscópica expressiva dos solos correspondentes ao seu horizonte C e horizonte B, que se refletem em sua caracterização geotécnica.

Dessa forma, procurou-se identificar os solos correspondentes ao horizonte C e B do granulito, determinando estatisticamente as suas características geotécnicas, com base no Quadro Resumo de Ensaio (Boletins de Sondagem), dos solos coletados que está apresentado no Anexo 13.4.

i. Caracterização geotécnica do horizonte C do granulito

Como o granulito é uma rocha heterogênea, um gnaisse com bandas formadas por diversas constituição mineralógicas, é de se esperar que cada banda dê origem a solos diferentes, especialmente no horizonte C, onde são preservadas as características texturais e estruturais da rocha.

Assim, analisando os boletins de sondagem, no Anexo 13.4, executados ao longo do trecho, em solos derivados do granulito, constata-se uma grande diversidade granulométrica. Foi determinada a presença de um:

- silte arenoso arroxeado, com a frequência de 22%, formando solos tipo A-2-4, A-4 e A-6;
- silte rosado com 13%, formando solos tipo A-7-6, A-6 e A-4;
- silte marrom com 13%, formando solos tipo A-4 e A-7-5;
- silte arenoso marrom com 9%, formando solos tipo A-4;
- silte argiloso rosado com 8%, formando solos tipo A-7-5;
- silte arroxeado com 5%, formando solos tipo A-4 e A-1-B;

- argila siltosa rosada com 3%, formando solos tipo A-7-5;
- silte argilo arenoso marrom com 3%, formando solos tipo A-7-5;
- argila siltosa marrom com 3%, formando solos tipo A-7-5;
- ocorrendo ainda argila siltosa rosada, formando solos tipo A-7-5;
- silte argilo arenoso amarelado, formando solos tipo A-6;
- silte acinzentado, formando solos tipo A-4;
- silte amarelado, formando solos tipo A-2-4;
- silte esbranquiçado, formando solos tipo A-4;
- silte amarelado, formando solos tipo A-2-4.

Foram ensaiadas 60 amostras de solos correspondentes ao horizonte C, coletadas para o Projeto de Duplicação da BR-470, Trecho: Navegantes – Indaial – SC, que apresentaram um CBR médio de 10,5% e expansão média de 1,74%. Esses resultados estão apresentados sob a forma de gráfico, na figura 5.34.

ii. Caracterização geotécnica do horizonte B do granulito

Analisando os boletins de sondagem executados ao longo do trecho, constata-se que:

- 55% dos solos são formados por uma argila siltosa marrom, formando solos tipo A-4, A-6 e A-7-6;
- 23% por solos argilo síltico arenosos marrom, formando solos tipo A-6;
- ocorrendo ainda um silte argiloso amarelado, formando solos tipo A-4 e A-7-5;
- silte arenoso marrom, formando solos tipo A-4;
- silte argilo arenoso marrom, formando solos tipo A-7-6.

Foram ensaiadas 57 amostras dos solos correspondentes ao horizonte B, que apresentaram um CBR médio de 7,7% e expansão média de 2,18%. Esses resultados estão apresentados sob a forma de gráfico, na figura 5.35.

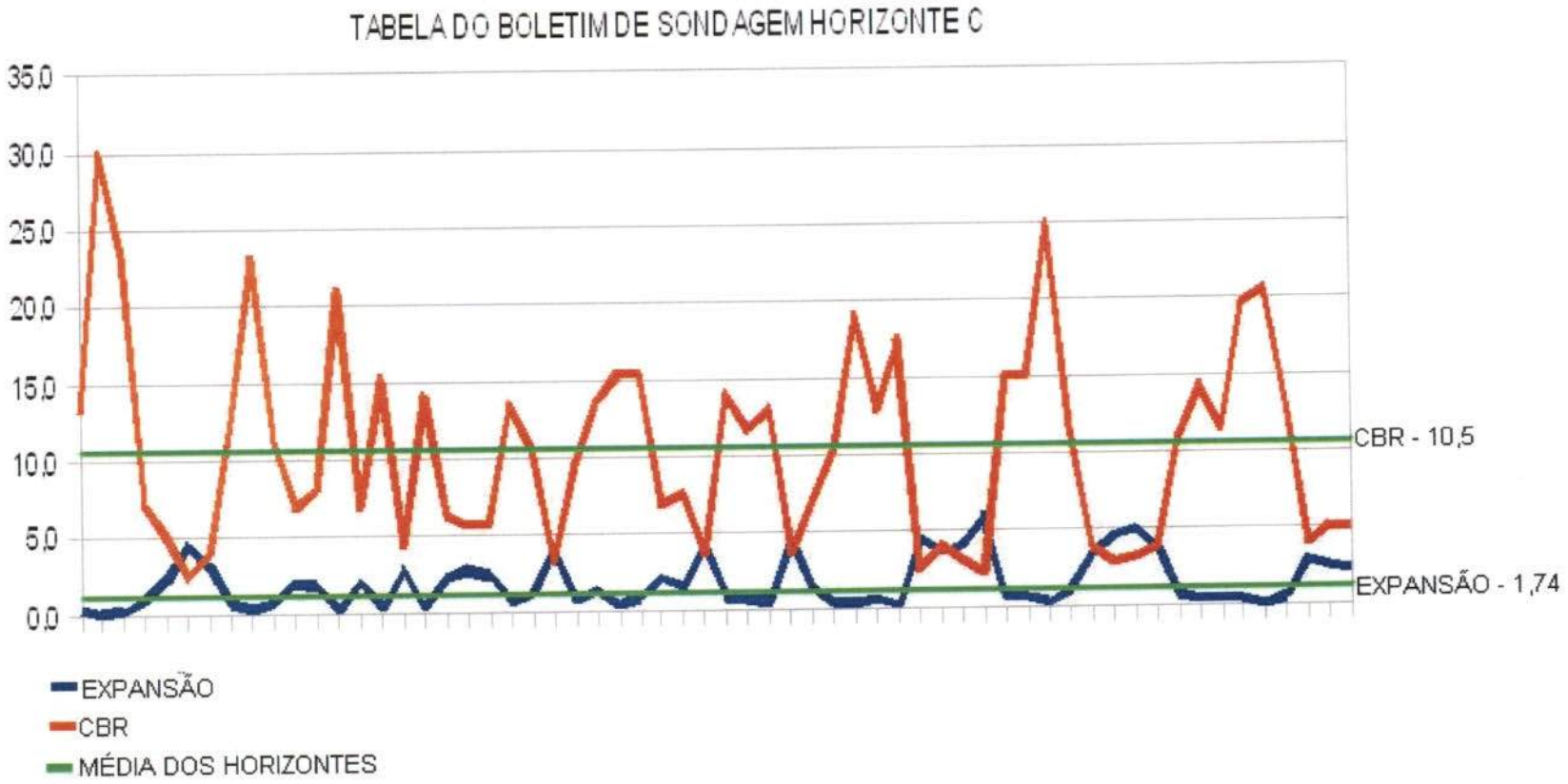


Figura 5.34 - Gráfico com o CBR e expansões de 60 amostras ensaiadas correspondentes horizonte C do granulito, do Trecho: Navegantes – Indaial – SC, inclusive seus valores médios.

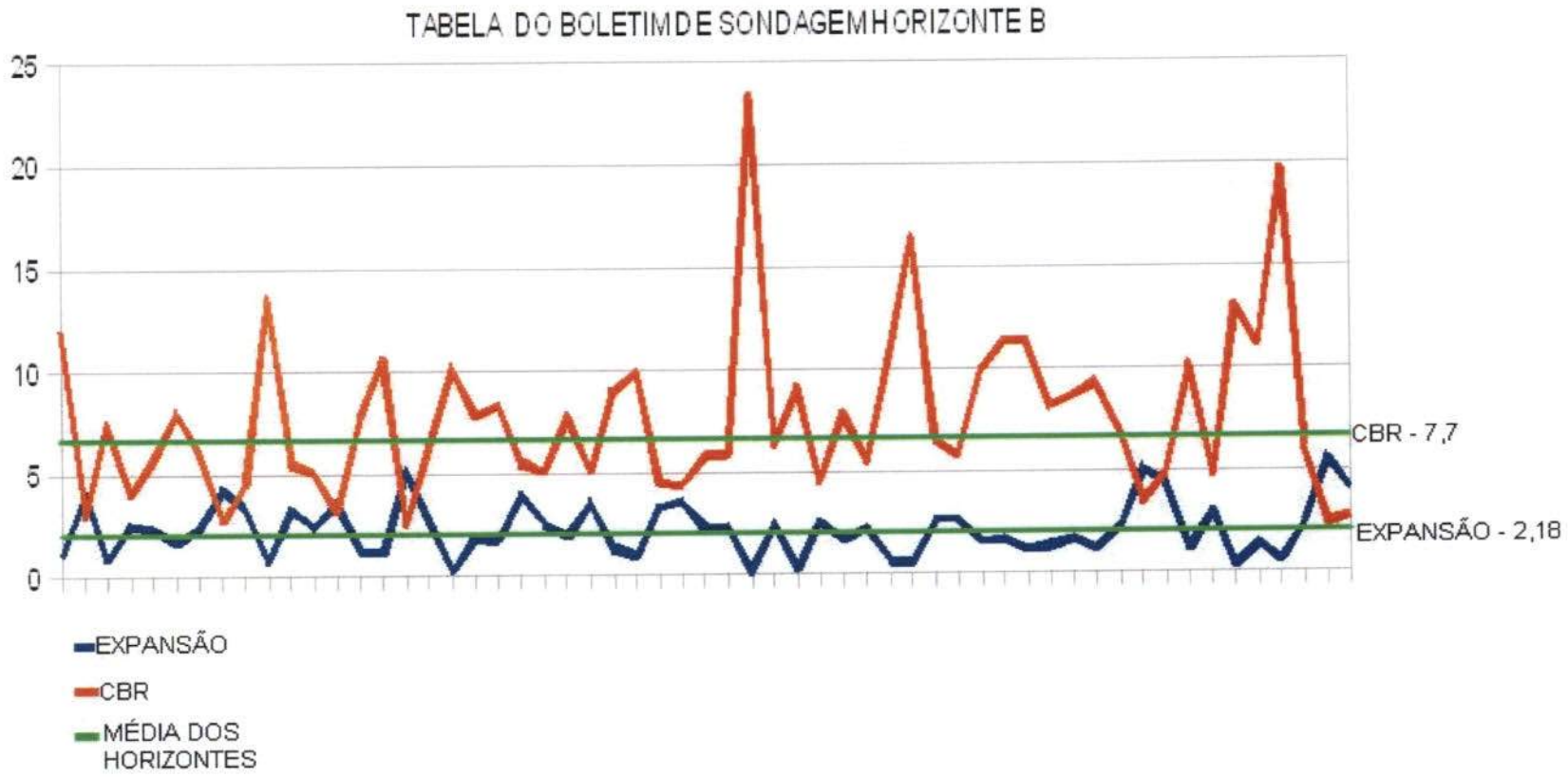


Figura 5.35 - Gráfico com o CBR e expansões de 57 amostras ensaiadas, correspondentes ao horizonte B do granulito, do Trecho: Navegantes – Indaial – SC, inclusive seus valores médios.

b) Caracterização geotécnica dos Depósitos Colúvio-Aluvionares

Os Sedimentos Quaternários dos Depósitos Colúvio-Aluvionares observados no segmento compreendido entre Navegantes e a BR-101, se caracterizam por serem predominantemente arenosos finos, identificados segundo a classificação HRB como solos tipo A-3 e ainda como A-4 e A-6.

No segmento compreendido entre a BR-101 e o entroncamento com a SC-413, os Sedimentos Quaternários estão representado por solos moles, formados por argilas com matéria orgânica, determinados como A-7-5 e A-7-6, segundo a classificação HRB.

Após ocorrerem elevações formadas pelo granulito e seus solos derivados, voltam a ocorrer os Sedimentos Quaternários, na baixada formada pelo Canal do DNOS, rio Luiz Alves, Ribeirão Arraial, caracterizados por solos moles, tipo A-7-6 e A-7-5, segundo a classificação HRB.

5.1.3.5.2 Caracterização geotécnica pela pedologia

Para o estudo mais específico foi utilizada a Metodologia de Mapeamento Geotécnico de Grandes Áreas empregada no sul do Brasil de Davison Dias (1995) que utiliza a pedologia como ciência indicadora de comportamento dos solos e a geologia, para a descrição geotécnica.

As estimativas de unidades geotécnicas são criadas a partir de sobreposição dos mapas de litologia e pedologia, com o objetivo de caracterizar as diferentes unidades presentes na área de estudo e seu comportamento quando submetidas a diferentes solicitações e usos.

Em relação à litologia das unidades, observou-se que os sedimentos do quaternário encontrados na localidade podem ser divididos em dois grandes grupos: os sedimentos marinhos e os aluvionares. Os sedimentos marinhos apresentam maior quantidade de solo arenoso, podendo ocorrer argilas moles com a variação da profundidade. Os sedimentos aluvionares são caracterizados por apresentarem profundos perfis de argilas moles, podendo surgir camadas de areias intercaladas, também em forma de lentes, e camadas de cascalho e seixo rolado.

Após esse segmento inicial, nas elevações encontradas posteriormente, a litologia apresentou predominância de arcóseo, anfibolito, conglomerados e arcóseo conglomerado.

As unidades geotécnicas analisadas a partir dos dados de solos e rochas são apresentadas a seguir.

a) Unidade Geotécnica – Areias Marinhas de Substrato Sedimentos Quaternários

Essa unidade de solo apresenta, na localidade, uma profunda camada de areia, podendo surgir argilas moles com a variação da profundidade, em locais de relevo plano. Localizam-se nos seguintes quilômetros: 2+000 a 5+400.

A resistência desse tipo de solo está geralmente associada com o grau de compacidade das areias. Quando esse tipo de solo apresentar-se compacto, sua resistência será maior em razão do embricamento das partículas.

Outra característica que pode influenciar na resistência ao cisalhamento desse solo é o tipo de carregamento. Normalmente, em um carregamento realizado por um aterro compactado, as areias mobilizam rapidamente a tensão efetiva devido a sua elevada permeabilidade, elevando assim a sua resistência. Apesar disso, é possível que camadas de argilas moles sejam encontradas com a variação da profundidade, o que modifica o comportamento global do solo. As cargas aplicadas em solos argilosos sedimentares, mesmo que propagadas pela areia, tendem a elevar a pressão neutra, uma vez que esses solos apresentam baixa permeabilidade. Quanto maior a pressão neutra, menor a resistência ao cisalhamento dos solos.

As informações referentes à compacidade e a resistência das areias deve ser interpretada através de dados resultantes de ensaios de sondagem à percussão (SPT) e/ou sondagens SPN.

Os solos arenosos apresentam sua compressibilidade associada à compacidade, assim como na resistência ao cisalhamento. No caso dessa unidade geotécnica, se o perfil apresentar-se arenoso, apenas ocorrerá o recalque elástico, que geralmente apresenta a redução de volume imediata e baixos valores de deformação.

Porém, se ocorrerem camadas de argilas moles abaixo das areias, é possível que sejam identificados recalque significativos, uma vez que as argilas moles costeiras apresentam-se normalmente adensadas.

Outra característica desse tipo de solo é a possibilidade de recalque por colapsibilidade. O colapso é definido como um fenômeno caracterizado pela brusca redução de volume do solo, devido ao ganho de umidade, com presença ou não de sobrecarga. Solos que sofrem esse tipo de mecanismo são chamados de solos colapsíveis.

Em relação à erosão, normalmente os solos que apresentam a granulometria de areias possuem uma maior propensão à erosão. Apesar dessa afirmação, esses solos encontram-se em relevos mais planos, o que dificulta o processo de transporte. Além disso, o fluxo de água superficial, que poderia transportar as partículas de solos, é reduzido, uma vez que a sua permeabilidade é elevada.

b) Unidade Geotécnica – Glei de Substrato Sedimentos Quaternários

Essa unidade de solo pode apresentar profundas camadas de argila mole, intercaladas de lentes de areia e cascalho. São solos minerais hidromórficos, podendo ocorrer também argilas orgânicas em locais específicos, normalmente em relevos planos. Localizam-se nos seguintes quilômetros: 5+400 ao 48+000, 52+500 ao 53+800, 64+000 ao 74+000.

Na maioria das vezes, a resistência desse tipo de solo é baixa, não suportando muitas cargas resultantes da compactação de aterros rodoviários.

A resistência não drenada (Su) é normalmente mobilizada quando a sua permeabilidade é baixa, ou seja, em quase todos os casos. Quando aplicada as cargas do aterro, a pressão neutra eleva e a resistência ao cisalhamento decresce na mesma proporção, o que pode ocasionar a ruptura do solo.

Para determinar a resistência não drenada desse tipo de solo, deverão ser executados ensaios de compressão triaxial não-consolidado não-drenado (UU) ou vane test (palheta).

Em relação à compressibilidade, o solo que compõe essa unidade geotécnica apresenta esse comportamento regido pelo fenômeno do adensamento. As cargas aplicadas no solo em um curto espaço de tempo são transferidas para a água, que com a permeabilidade baixa, dissipa com dificuldade. Dessa forma, para que a tensão efetiva seja mobilizada, é necessário um grande espaço de tempo e, por essa razão, esse tipo de recalque apresenta longa duração.

A razão de pré-adensamento (*OCR – Over Consolidation Ratio*) dos solos de regiões costeiras é normalmente próxima de 1 (um), ou seja, são solos normalmente adensados. O carregamento desses solos ultrapassa a pressão de pré-adensamento, o que gera grandes deformações.

Outra característica a ser ressaltada nesse momento é a construção de pavimentos próximos a aterros mais antigos. Essa prática resulta em trincas longitudinais, pois a deformação dos aterros construídos há mais tempo está estabilizada, enquanto que os aterros mais recentes ainda apresentam deformações consideráveis.

Dessa forma, para que seja possível prever os recalques provenientes da aplicação da carga pelo aterro, devem ser realizados ensaios de adensamento nas unidades de Glei de substrato sedimentos quaternários com amostras indeformadas, coletadas através de tubos Shelby.

Com relação à erodibilidade, esses solos apresentam-se não erodíveis, pois seu caráter argiloso e o relevo plano, característico dessa unidade, impedem que esse processo seja iniciado.

c) Unidade Geotécnica – Solos Litólicos

Essa unidade apresenta a rocha próxima da superfície, ou até mesmo aflorando e ocorre em relevos montanhosos. Localizam-se nos seguintes quilômetros: 30+500 ao 32+200, 36+750 ao 38+000, 38+800 ao 40+500, 41+900 ao 51+000.

A resistência desse tipo de solo é geralmente elevada, sendo dependente dos minerais da rocha de origem e das fraturas.

Quando utilizado em seu estado fragmentado, como matéria prima para a construção de aterros rodoviários, sua resistência e estabilidade estão condicionadas aos minerais constituintes da rocha. Como suporte de aterros rodoviários, geralmente apresenta a resistência desejada.

Em relação à estabilidade de talude compostos por esse tipo de solo, as fraturas são as condicionantes mais importantes, sobretudo se a direção das falhas contribuir com o movimento das rochas através de processos de tombamento, desplacamento, queda de blocos e rolamento de matacões.

As características relativas à estabilidade de maciços rochosos serão abordadas de forma mais detalhada nos itens seguintes.

O uso do Litólico na pavimentação em sua forma fragmentada, também será comentado em itens posteriores.

d) Unidade Geotécnica – Cambissolo de Substrato Arcóseo e Arenito

Esse tipo de unidade geotécnica apresenta sequência de horizontes A, B (câmbico), C, RA e R. Ressalta-se que o horizonte C dessa unidade, para os solos do leste do Estado de Santa Catarina, pode apresentar grandes espessuras, com profundidades de até 20 metros. Localizam-se nos seguintes quilômetros: 13+500 ao 19+700, 51+000 ao 56+000.

Essas unidades são solos que apresentam elevada resistência em seu estado natural, podendo servir como suporte das vias.

Através de resultados de sondagem SPT e SPN é possível observar que a resistência eleva com a profundidade, à exceção de quando identificada uma superfície de ruptura, que reduz essa resistência.

A compressibilidade dos solos residuais é uma propriedade muito complexa e importante na geotecnia. Normalmente, a compressibilidade dos solos considerados não-saturados, deve ser analisada levando-se em consideração duas grandezas de variação de volume do solo, causadas por intermédio de cargas aplicadas:

iii. compressibilidade sob compressão confinada;

iv. colapsibilidade.

A compressão confinada, no que diz respeito a aterros rodoviários, não apresenta significativos efeitos na estrutura do pavimento, e dessa forma, não são necessários ensaios geotécnicos especiais para a determinação de parâmetros. Ressalta-se apenas que, caso haja a necessidade da construção de estruturas complementares que solicitem mecanicamente de forma intensa o solo, como por exemplo sistemas de drenagem e obras de arte, nesses locais devem ser realizados ensaios de compressão confinada.

Caso seja identificada que a estrutura do solo apresenta potencialidade para o colapso, devem ser executados ensaios odométricos de duplo anel. O parâmetro de colapso estrutural, denominado coeficiente de colapso estrutural (i), quando superior a 2,00% é considerado solo colapsível.

O comportamento do solo em seu estado compactado está associado diretamente à rocha de origem. Assim sendo, dependendo dos minerais presentes na constituição das rochas, é possível estimar o comportamento dos solos tendo como base os ensaios de CBR.

Outro aspecto a ser levantado é a diferença entre o teor de umidade natural e a umidade ótima de compactação. Alguns solos de granulito apresentam elevados teores de umidade natural, sobretudo quando comparados aos valores de umidade ótima. Dessa forma, para que o solo seja seco em campo são necessários vários dias de sol, o que em muitas vezes impossibilita seu uso. Essas características serão discutidas posteriormente no item 5.1.3.5.5 Características do solo no estado compactado.

Essa unidade geotécnica apresenta elevada propensão ao processo erosivo. Como comentado anteriormente, a evolução de litologias compostas pelo arcóseo e o arenito, geram solos arenosos. Geralmente, solos que possuem essa granulometria são considerados erodíveis, sobretudo em seu horizonte C.

e) Unidade Geotécnica – Podzólico Vermelho-Amarelo de Substrato Anfibolito

A unidade Podzólico Vermelho-Amarelo de substrato anfibolito apresenta uma sequência de horizonte A, B (textural), C, RA e R.

O anfibolito é uma rocha metamórfica de grau médio a alto que tem a hornblenda e o plagioclásio como paragênese característica.

Essa rocha pode ser derivada de rochas ígneas básicas, como o basalto, o gabro (ortoanfibolito) ou de rochas sedimentares, como calcários impuros (para-anfibolito), ou, ainda, ser derivado de misturas como rochas vulcanoquímicas.
Pode se apresentar maciço, bandado ou, mais comumente, com lineação e textura nematoblástica. Em sua constituição, pode ou não conter quartzo e se o teor em quartzo aumentar acima de 10%, o anfibolito gradua para anfibólio plagioclásio gnaisse. Localizam-se nos seguintes quilômetros: 4+600 ao 4+900, 6+800 ao 7+200, 8+400 ao 9+500, 23+750 ao 30+100, 47+500 ao 53+450, 53+700 ao 54+700, 55+700 ao 66+600, 67+100 ao 69+400 e 71+000 ao 74+000.

Esse tipo de solo apresenta resistência crescente com a profundidade, semelhante aos Cambissolos, discutidos anteriormente.

A compressibilidade também é uma outra característica que se assemelha aos Cambissolos. Dessa forma, os ensaios necessários para a determinação de parâmetros para mensurar a deformação desse tipo de unidade devem ser os mesmo apresentados para a unidade de Cambissolo.

Os Podzólicos apresentam como característica um gradiente textural, que indica um incremento significativo do teor de argila no horizonte subsuperficial, ou seja, um horizonte A arenoso seguido de horizonte B mais argiloso. Isto implica na diminuição da permeabilidade, condição para a formação de lençol freático suspenso com movimentação lateral de soluções e, consequentemente, maior erodibilidade do solo.

Logicamente, o fenômeno da erosão, tanto em Cambissolos quanto em Podzólicos Vermelho-Amarelos, está associado à declividade e deve ser analisado também com base nesse fator.

Na página 27 do Volume II – Mapeamento Temático, Tomo I, é apresentado o Mapa Geotécnico da área de influência do empreendimento.

5.1.3.5.3 Estabilidade de taludes em solo

As unidades que podem apresentar instabilidade de taludes, levando-se em consideração a área de estudo, compreendem os solos do tipo Litólico, Cambissolo e Podzólico Vermelho-Amarelo.

A estabilidade de encostas em solo do tipo Litólico será abordada na seção seguinte, de Estabilidade de Taludes em Rocha.

Os comportamento geotécnico dos taludes em solo, como os Podzólicos e Cambissolos, são dependentes da litologia predominante, sobretudo no horizonte C, uma vez que o horizonte B desses solos é, geralmente, pequeno.

Devido ao fato de que são desenvolvidos em relevos acidentados, ressalta-se que a estabilidade das encostas dessas unidades deve ser analisada pontualmente e os parâmetros de resistência (coesão e ângulo de atrito) obtidos através de ensaios de cisalhamento direto.

Encostas aparentemente homogêneas e estáveis, podem ser maciços totalmente preenchidos por planos de argilização intensa que em presença da água ou de fluxo pelo interior desses planos, tornam-se potenciais superfícies de escorregamento.

Dessa forma, devem ser executados ensaios de sondagem à percussão (SPT) e/ou sondagens SPN, para possibilitar a definição de espessura de horizontes, posição do lençol freático e variação da resistência com a profundidade. Esse procedimento pode identificar potenciais superfícies de ruptura, o que reduz o risco de instabilização do maciço.

Para as unidades geotécnicas representadas pelos Cambissolos de substrato arcóseo e arenito, o comportamento frente à estabilidade de encostas é semelhante.

Pode-se descrever a litologia arcóseo (ou arcose) como sendo uma rocha sedimentar detrítica, composta por grãos de quartzo, feldspato, alguns fragmentos líticos e um cimento matriz (<15%) que na verdade pode ser interpretado como um arenito com um teor elevado de feldspato (>25%).

O arcóseo, por ter origem sedimentar, pode apresentar planos de fratura que permitem uma maior propensão à instabilidade. Porém, a presença de feldspato

pode resultar em uma maior presença de argila, o que confere a esse solo uma maior parcela de coesão.

Por sua vez, arenitos são rochas sedimentares lapidificadas constituídas por areias aglutinadas por um cimento natural, que geralmente caracteriza a rocha. Os solos originados do arenito apresentam em sua constituição grandes quantidades de quartzo.

Dessa forma, a porcentagem de quartzo desses solos permite uma maior permeabilidade do fluxo de água gerado pela precipitação. Essa característica possibilita uma redução da pressão neutra, considerada um dos principais agentes instabilizantes das encostas.

A unidade Podzólico Vermelho-Amarelo de substrato anfibolito apresenta comportamento semelhante aos Cambissolos. Essas duas unidades apresentam o horizonte C bastante espesso e semelhante. A diferença reside no fato de que os Cambissolos apresentam o horizonte B câmbico e os Podzólicos possuem um gradiente textural nessa mesma camada.

Os Podzólicos que apresentam substrato composto por anfibolito, normalmente apresentam os horizontes C e B bastantes argilosos. Sob esse aspecto, essa característica dificulta o movimento do fluxo de água subsuperficial, sobretudo no horizonte C. Isto pode possibilitar um aumento da pressão de água no interior do maciço, instabilizando-o.

5.1.3.5.4 Estabilidade de taludes em rocha

A estabilidade ou instabilidade do talude tem relação com drenagem, topografia, estrutura, tipo de rocha e solos derivados. Observando-se a estabilidade dos cortes existentes nas diversas unidades estratigráficas e com diferentes inclinações de talude, consegue-se determinar um padrão de comportamento que evidentemente sofre interferências de percolações de água, falhamentos e ação antrópica intensa. Considerando-se um padrão genérico de comportamento, pode-se comentar as tendências de estabilidade para as unidades estratigráficas que ocorrem na região.

a) Estabilidade de taludes da Formação Campo Alegre

i. Estabilidade de taludes da Sequência Vulcânica Inferior

Sua ocorrência é muito restrita, não se dispondo de dados representativos para essa unidade estratigráfica.

ii. Estabilidade de taludes da Sequência Sedimentar Intermediária

Na estabilidade dos taludes dos cortes em rocha, torna-se importante a identificação da atitude de seu plano de estratificação, já que essa Sequência Sedimentar Intermediária pode estar dobrada.

Quando os arenitos e conglomerados estiverem sãos e apresentarem a estratificação na horizontal, mostram-se estáveis, mesmo com inclinações 4:1 (V:H), desde que não haja intercalações de folhelho. Quando essas existirem ou ocorrerem níveis alterados, deverão ser recomendadas inclinações 3:2 (V:H).

Quando ocorrerem folhelhos, ardósias e siltitos, com estratificação na horizontal, é recomendável uma inclinação 1:1 (V:H) podendo, em certas situações, ser admitidas inclinações de até 3:2 (V:H).

Caso a estratificação estiver inclinada no mesmo sentido da inclinação do talude do corte, a inclinação deve ter um ângulo semelhante ao mergulho da camada. Quando as camadas mergulharem no sentido contrário ao talude, poderão ser adotadas inclinações de até 4:1 (V:H).

Para que os taludes dos solos do horizonte B se mostrem estáveis é recomendável adotar inclinações 1:1, o mesmo acontecendo para o horizonte C. Deve-se apenas prestar atenção quando o corte for executado no horizonte C e esse preservar a estratificação, especialmente, quando o mergulho estiver voltado no mesmo sentido do talude. Nesses casos, deve-se levar em consideração o valor do ângulo de mergulho da estratificação.

iii. Estabilidade de taludes da Sequência Vulcânica Superior (Ácida)

Os derrames riolíticos da Sequência Vulcânica Superior tendem a ser de pequena espessura, da ordem de decímetros a duas dezenas de metros. Por outro lado, por serem derrames ácidos, de lava muito viscosa, a estrutura fluidal é comum.

A pequena espessura e o resfriamento rápido proporcionam um intenso fraturamento na vertical, espaçado da ordem de centímetros a decímetros. Esse fraturamento vertical, aliado ao fraturamento horizontal, à estrutura fluidal e ao contato entre derrames, pode gerar descontinuidades e, consequentemente, instabilidades nos cortes em rocha.

Além do fraturamento, deve-se levar em consideração, a diferente alterabilidade dos derrames, devido à variação textural e de fraturamento. Essas características podem provocar o surgimento de intercalações de solo e rocha fraturada, tornando instável o corte.

Portanto, a estabilidade dos cortes em rocha nos derrames riolíticos da Formação Campo Alegre dependerá da intensidade do fraturamento e da existência, ou não, de intercalações de solo na rocha. As inclinações dos taludes podem variar de 4:1 a 3:2 (V:H), sendo recomendável o posicionamento de banquetas, nas intercalações de solo.

iv. Estabilidade de taludes da Sequência Sedimentar Superior

Estando a estratificação da rocha disposta na horizontal ou muito próxima dessa atitude, quando a rocha estiver sã, recomenda-se inclinações 4:1 (V:H) para os taludes dos cortes. A preocupação na indicação dessa inclinação, reside na possibilidade de ocorrerem camadas intermediárias, alteradas a solo, de difícil identificação, somente com geologia de superfície. Quando identificada a intercalação, durante a abertura do corte, recomenda-se a execução de uma banqueta, nesse ponto.

b) Estabilidade de taludes do Conglomerado Baú

Como os níveis conglomeráticos podem estar dobrados, torna-se importante, na indicação da inclinação do talude do corte, a determinação da atitude do plano de estratificação.

Assim, quando o mergulho da estratificação estiver voltada no sentido contrário à inclinação do talude, poderão ser adotadas inclinações 4:1 (V:H). Quando no mesmo sentido, deverá ter a mesma inclinação desse, no corte. Quando

a estratificação for horizontal, deverá ser prestada atenção, na posição de intercalações mais finas no corte, pois poderão determinar a posição de banquetas.

c) Estabilidade de taludes da Formação Gaspar

A estabilidade dos taludes dos cortes em rocha dependerá da posição do plano de estratificação, já que é uma unidade estratigráfica que pode estar dobrada. Assim, quando o plano de estratificação estiver posicionado na horizontal e a rocha for sã, podem ser adotadas inclinações de até 4:1 (V:H). Estando a rocha com esse mesmo condicionamento, mas alterada, podem ser adotadas inclinações de 1:1 à 3:2.

Quando a estratificação for paralela ao corte e estiver voltada no sentido contrário ao do talude, podem ser adotadas inclinações 4:1. Nessas condições, mas com a estratificação voltada no mesmo sentido do talude, a inclinação deverá ser semelhante ao mergulho da camada.

5.1.3.5.5 Características do solo no estado compactado

Nesse item são apresentadas algumas características do solo no estado compactado.

a) Complexo Granulítico Santa Catarina

O solo residual do granulito é analisado, tendo como base os complexos Granulítico e Santa Catarina.

O horizonte C dos solos derivados do granulito corresponde aos solos residuais jovens, que mostram alteração predominantemente parcial dos constituintes mineralógicos instáveis da rocha que lhes deu origem, preservando suas características texturais e estruturais.

Pode ocorrer uma graduação na intensidade da alteração, nesse horizonte, que varia desde a rocha alterada, até o horizonte B. Na caracterização, a seguir, desses estágios de alteração, o horizonte C do granulito foi dividido em três categorias, identificadas como horizonte C pouco alterado, medianamente alterado e muito alterado. No horizonte C pouco alterado, os feldspatos ainda apresentam

razoável resistência à desagregação. No horizonte C medianamente alterado, os feldspatos são identificáveis como grão, mas se mostram bastante alterados, sendo passíveis de fragmentação, por um simples esforço manual. No horizonte C muito alterado, os feldspatos do granulito se mostram intensamente alterados à argilas, com fortes sinais de oxidação do ferro, pelo surgimento de cores vermelho escuras, mas, mesmo assim, preservam as características texturais e estruturais do granulito.

i. Horizonte C do granulito pouco alterado

No projeto da rodovia SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, foram coletadas e ensaiadas 23 amostras correspondentes ao horizonte C pouco alterado. Observa-se os correspondentes resultados dos ensaios na tabela 5.8.

TABELA 5.8 - CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DO HORIZONTE C POUCO ALTERADO, DO GRANULITO

IDENTIFICAÇÃO	HORIZONTE C – POUCO ALTERADO						
Nº de ocorrências	23 = 16,7% do total						
Ensaios	Caracterização = 23; completos = 9						
Espessura (cm)	Média = 2,2; máx. = 5,5; mín. = 0,4						
Classificação H.R.B.	A-1-b	A-2-4				A-4	média ponderada
Nº de elementos	1	21				1	
Nº de elementos (%)	4,3	91,3				4,3	
		x	σ	máx.	mín.		
Nº 200	20,5	26,4	5,7	34,3	15,9	38,2	26,6
LL%	IND	IND	IND			IND	IND
IP%	NP	NP	NP			NP	NP
IG%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00
Umidade ótima (%)	14,1	15,9	3,3	20,9	12,4	22,7	16,4
Densidade (kg/m3)	1,816	1,599	1,7	1,840	1,386	1,587	1,622
Expansão (%)	0,10	0,89	0,86	2,20	0,10	0,60	0,77
ISC %	14,0	10,2	4,8	16,2	3,4	8,5	10,4

NOTA: (Dados coletados do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, 1998)

Observando-se esses resultados, constata-se que o horizonte C pouco alterado está nitidamente representado por solos tipo A-2-4, com 91,3%, sendo a

expansão média de 0,77%, com um máximo de 2,20% e mínimo de 0,10%. O seu ISC médio foi de 10,4%, com um valor máximo de 16,2% e mínimo de 3,4%.

ii. Horizonte C do granulito medianamente alterado

No solo correspondente ao horizonte C medianamente alterado, do granulito, foram coletadas e ensaiadas 22 amostras, cuja análise dos resultados dos ensaios está apresentada na tabela 5.9.

Nessa análise constata-se existir uma predominância expressiva dos solos tipo A-4, com 86,4%, no horizonte C do granulito medianamente alterado. Sua expansão média foi de 1,01%, com um valor máximo de 2,70% e mínimo de 0,30%, enquanto o ISC médio foi de 9,0%, com um máximo de 13,0% e mínimo de 4,5%.

TABELA 5.9 - CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DO HORIZONTE C MEDIANAMENTE ALTERADO DO GRANULITO

IDENTIFICAÇÃO	HORIZONTE C – MEDIANAMENTE ALTERADO							
Nº de ocorrências	22 = 15,9% do total							
Ensaios	Caracterização = 22; completos = 9							
Espessura (cm)	média = 1,90; máx. =4,0; mín. = 0,5							
Classificação H.R.B	A-2-4	A-4				A-6	A-7-6	média ponderada
Nº de elementos	1	19				1	1	
Nº de elementos(%)	4,5	86,4				4,5	4,5	
		x	σ	máx.	mín.			
Nº 200	32,8	46,3	10,5	73,1	35,0	45,8	42,5	45,5
LL%	IND	IND	IND			34,5	44,1	39,3
IP%	NP	NP	NP			13,8	19,2	16,5
IG%	0	2,3	2,1	7,6	0,0	3,3	4,2	2,3
Umidade ótima (%)		24,7	5,9	33,0	16,0		18,2	24,0
Densidade (kg/m³)		1,477	1,72	1,734	1,199		1,603	1,491
Expansão (%)		1,08	0,75	2,70	0,30		0,50	1,01
ISC %		8,5	2,2	11,7	4,5		13,0	9,0

NOTA: (Dados coletados do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, 1998)

iii. Horizonte C do granulito muito alterado

No horizonte C muito alterado do granulito foram coletadas e ensaiadas 29 amostras, estando os correspondentes resultados de ensaios analisados na tabela

5.10. Observa-se uma predominância dos solos tipo A-4, com 79,3%, para o horizonte C muito alterado do granulito. Sua expansão média foi de 2,11%, com um valor máximo de 4,10% e mínimo de 0,60%, enquanto o ISC médio foi de 6,0%, com um valor máximo de 11,0% e mínimo de 2,8%.

TABELA 5.10 - CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DO HORIZONTE C MUITO ALTERADO DO GRANULITO

IDENTIFICAÇÃO	HORIZONTE C - MUITO ALTERADO										
Nº ocorrências	29 = 21% do total										
Ensaios	caracterização = 29 completos = 16										
Espessura (cm)	média = 2,00 máx. = 8,8 mín. = 0,2										
Classif. H.R.B.	A-2-4	A-4				A-5	A-7-5				
Nº elementos	1	23				1	4				média
Nº elementos (%)	3,4	79,3				4,8	13,8				ponde-
		x	σ	máx.	mín.		x	σ	máx	mín.	rada
Nº 200	30,7	59,5	6,8	73,7	49,3	82,2	62,0	5,4	66,1	54,0	59,6
LL%	IND	IND	IND			IND	64,7	8,9	76,4	55,1	64,7
IP%	NP	NP	NP			NP	29,0	3,9	31,6	23,2	29,0
IG%	0	4,9	1,4	7,7	2,9	8	15,3	3,3	17,3	10,4	6,3
Umidade ótima (%)		28,9	5,3	37,1	21,3	34,3	24,1	2,0	25,5	22,7	28,6
Densidade (kg/m3)		1,347	0,085	1,518	1,199	1,32	1,51	0,01	1,520	1,499	1,366
Expansão (%)		2,27	1,18	4,10	0,60	1,30	1,50	1,13	2,30	0,70	2,11
ISC %		5,8	2,7	11,0	2,8	7,0	6,9	0,4	7,1	6,6	6,0

NOTA: (Dados coletados do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, 1998)

Observa-se que quanto maior a alteração do mineral, piores são suas características geotécnicas, tais como valores obtidos de ISC reduzidos e maiores valores de expansão do solo.

iv. Verificação da fragmentação dos grãos do horizonte C do granulito, devido sua baixa sanidade

Como o granulito é uma rocha metamórfica, que tem como minerais essenciais o feldspato plagioclásio e o piroxênio, observou-se, na realização de projetos anteriores no campo, que, por serem mais instáveis, os piroxênios se

apresentavam quase totalmente alterados, enquanto os feldspatos se mostravam em diferentes estágios de alteração.

Constatou-se que muitos dos grãos constituídos pelo feldspato eram facilmente desagregados manualmente, o que levou a suspeitar da possibilidade da fragmentação desses grãos, por ocasião da compactação. A fragmentação desses grãos arenosos, durante a compactação, geraria espaços vazios, que não estariam preenchidos por grãos menores, principalmente argilas. Durante períodos de chuvas, quando ocorre a saturação das camadas, as cargas repetidas provocadas pelo tráfego, fariam com a que fração argilosa, formada por esmectita, expansiva e muito plástica, fosse mobilizada, sendo "bombeada" em direção a esses novos espaços vazios, inexistentes antes da compactação, gerando deformações inadmissíveis no pavimento e sua consequente ruptura.

Como essa fragmentação do grão depende basicamente de sua sanidade, e essa é muito variável no horizonte C, a ruptura do pavimento também varia, dependendo da configuração de exploração da jazida, se mais próxima da rocha ou mais próxima do horizonte B. Com o objetivo de comprovar essa hipótese, no Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, foram coletadas quatro amostras do horizonte C do granulito, sendo três representativas do horizonte C pouco alterado e uma do horizonte C muito alterado, conforme mostra a tabela 5.11.

TABELA 5.11 - AMOSTRAS COLETADAS PARA VERIFICAÇÃO DA FRAGMENTAÇÃO PELA COMPACTAÇÃO

AMOSTRA	LOCALIZAÇÃO	HORIZONTE C	DESCRIÇÃO
01	01+460 -talude	Pouco alterado	Areia síltico argilosa esbranquiçada
02	02+080 -talude	Pouco alterado	Areia siltosa amarelada a rosada
03	06+060 -talude	Muito alterado	Areia síltico argilosa amarelo avermelhada
04	09+920 -talude	Pouco alterado	Areia síltico argilosa rosada

NOTA: (Dados coletados do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, 1998)

Para determinar o efeito da energia de compactação sobre o solo "in natura" foi realizada a análise granulométrica nas diferentes condições do processo de

compactação. A primeira análise granulométrica foi realizada com a amostra "in natura", sem preparação. Essa análise objetivou a determinação da granulometria da amostra na jazida.

Para se determinar a fragmentação do grãos durante a preparação da amostra, pelo método DNER-ME 41-43, com a utilização do almofariz e mão de gral, recoberta de borracha, efetuou-se uma segunda análise granulométrica, com a metodologia preconizada pelo ensaio DNER-ME 51-64.

Para a verificação do efeito da compactação na fragmentação dos grãos de feldspatos, do horizonte C do granulito, foram realizadas análises granulométricas, após a compactação da amostra, no 2º, 3º e 4º pontos da curva do ensaio de compactação.

A fim de se verificar a possibilidade de ocorrer a fragmentação dos grãos de feldspatos com uma segunda compactação, análises granulométricas foram realizadas com o solo recompactado, correspondente ao 2º, 3º e 4º pontos da curva do ensaio de compactação. Dessas análises granulométricas, foram constatadas alterações na granulometria, da amostra do horizonte C pouco alterado, coletado no km 1+460, do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, relacionadas na tabela 5.12.

Apesar de ter sido um número reduzido de ensaios e do ensaio da granulometria poder apresentar grande dispersão de resultados, algumas observações podem ser extraídas da tabela 5.12. Constata-se que houve uma fragmentação de até 2,8% na peneira nº 10, provocada pela compactação. A fragmentação dos grãos nessa amostra, produzida pela preparação da amostra, é maior do que a provocada pela compactação. A recompactação provocou uma pequena fragmentação suplementar, não significativa. Note-se que não houve mudança sensível no ISC e na expansão, pela recompactação.

TABELA 5.12 - COMPARATIVO DA AMOSTRA DO HORIZONTE C POUCO ALTERADO, DO KM 1+460, "IN NATURA", COM PREPARAÇÃO DE AMOSTRA, APÓS A 1ª COMPACTAÇÃO E APÓS RECOMPACTAÇÃO

PENEIRA	A	B	B-A	C	C-A	D	D-A
	AMOSTRA "IN NATURA"	AMOSTRA PREPARADA		AMOSTRA APÓS 1ªCOMPACTAÇÃO		AMOSTRA APÓS RECOMPACTAÇÃO	
1"	100			100		100	
3/8"	98,0	100	2,0	99,0	1,0	99,7	1,7
Nº 4	94,0	99,5	5,5	96,0	2,0	97,1	3,1
Nº 10	86,1	92,7	6,6	88,9	2,8	89,7	3,6
Nº 40	57,4	60,3	2,9	57,5	0,1	58,3	0,9
Nº 200	17,8	17,8	0,0	17,5	0,0	19,2	1,4
Expans.	0,15					0,1	
ISC	14,4					12,5	

Fonte: (Dados coletados do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, 1.998)

A mesma metodologia foi aplicada para a amostra coletada no talude do km 2+080, do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC 416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, cujos resultados estão relacionados na tabela 5.13.

TABELA 5.13 - COMPARATIVO DA AMOSTRA DO HORIZONTE C POUCO ALTERADO, DO KM 2+080, "IN NATURA", COM PREPARAÇÃO DE AMOSTRA, APÓS A 1ª COMPACTAÇÃO E APÓS RECOMPACTAÇÃO

PENEIRA	A	B	B-A	C	C-A	D	D-A
	AMOSTRA "IN NATURA"	AMOSTRA PREPARADA		AMOSTRA APÓS 1ªCOMPACTAÇÃO		AMOSTRA APÓS RECOMPACTAÇÃO	
1"	100	100		100		100	
3/8"	93,8	98,4	4,6	99,0	5,2	99,3	5,5
Nº 4	82,8	93,3	10,5	92,1	9,3	94,9	12,1
Nº 10	63,1	77,8	14,7	77,1	14,0	82,7	19,6
Nº 40	35,2	45,0	9,8	45,2	10,0	50,9	15,7
Nº 200	15,0	20,2	5,2	21,4	6,4	24,8	9,8
Expans.	0,15					0,02	
ISC	15,6					13,1	

NOTA: (Dados coletados do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, 1.998)

Constata-se pela tabela 5.13 que os grãos se mostraram sensíveis à fragmentação, tendo sido semelhante pela energia de preparação de amostra, quando comparada com a primeira compactação, que foi da ordem de 14,0% na peneira nº 10. A recompactação da amostra, ou seja, sua compactação pela segunda vez, aumentou ligeiramente a fragmentação. Notou-se que houve pequena diminuição no ISC e na expansão, pela recompactação.

Na amostra coletada no km 6+060, do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, que representou o horizonte C do granulito muito alterado, as análises granulométricas, efetuadas nas diferentes etapas do processo de compactação, mostraram os resultados apresentados na tabela 5.14.

TABELA 5.14 - COMPARATIVO DA AMOSTRA DO HORIZONTE C MUITO ALTERADO, DO KM 6+060, "IN NATURA", COM PREPARAÇÃO DE AMOSTRA, APÓS A 1ª COMPACTAÇÃO E APÓS RECOMPACTAÇÃO

PENEIRA	A	B	B-A	C	C-A	D	D-A
	AMOSTRA "IN NATURA"	AMOSTRA PREPARADA		AMOSTRA APÓS 1ªCOMPACTAÇÃO		AMOSTRA APÓS RECOMPACTAÇÃO	
1"							
3/8"	100	100		100			
Nº 4	99,9	99,4	-0,5	99,2	-0,7	100	0,1
Nº 10	92,8	92,8	0,0	91,6	-1,2	94,2	1,4
Nº 40	49,9	49,2	-0,7	49,7	0,5	56,6	8,1
Nº 200	19,2	19,6	0,4	19,3	-0,3	26,6	7,4
Expans.	0,2					0,2	
ISC	15,0					13,0	

NOTA: (Dados coletados do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, 1.998)

Analisando-se os dados contidos na tabela 5.14, constata-se não ter ocorrido uma fragmentação sensível dos grãos do horizonte C do granulito muito alterado, tanto pela preparação das amostras como pela primeira compactação. Interpretou-se tal comportamento, por estarem, a maioria dos grãos de feldspatos, já reduzidos em seu tamanho ou mesmo transformados em argilas. Observou-se, na recompactação, um aumento no percentual passante nas peneiras nº 40 e nº 200. Notou-se que houve pequena diminuição no ISC, pela recompactação.

Na amostra coletada no km 9+920, do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, representativa do horizonte C do granulito pouco alterado, foram realizadas análises granulométricas em vários estágios do ensaio de compactação, estando os resultados representados na tabela 5.15.

Por essa tabela não se constata uma alteração sensível na granulometria desse horizonte C pouco alterado do granulito, tanto pela preparação das amostra quanto pela compactação ou recompactação.

TABELA 5.15 - COMPARATIVO DA AMOSTRA DO HORIZONTE C POUCO ALTERADO, DO KM 9+920, "IN NATURA", COM PREPARAÇÃO DE AMOSTRA, APÓS A 1ª COMPACTAÇÃO E APÓS RECOMPACTAÇÃO

PENEIRA	A	B	B-A	C	C-A	D	D-A
	AMOSTRA "IN NATURA"	AMOSTRA PREPARADA		AMOSTRA APÓS 1ª COMPACTAÇÃO		AMOSTRA APÓS RECOMPACTAÇÃO	
1"	100	100		100		100	
3/8"	96,4	96,3	-0,1	96,6	0,2	97,4	1,0
Nº 4	89,0	90,2	1,2	88,7	-0,3	90,9	1,9
Nº 10	78,0	80,0	2,0	79,0	1,0	80,9	2,9
Nº 40	55,2	57,3	2,1	58,9	4,0	60,1	4,9
Nº 200	26,4	27,0	0,6	32,3	5,9	32,5	6,1
Expans.	0,23					0,31	
ISC	8,5					8,8	

NOTA: (Dados coletados do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC 416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, 1.998)

Analisando-se esses resultados obtidos nas amostras ensaiadas, conclui-se que a fragmentação é variável, com o estado de alteração dos minerais instáveis. Quando pouco alterados, como quando próximo da rocha, a fragmentação é reduzida, pois os grãos não apresentam acentuados indícios de alteração, tendo, portanto, boa sanidade.

À medida que aproxima-se o horizonte B, o grau de alteração vai aumentando, mostrando a fragilidade dos grãos, principalmente segundo os planos de clivagem. Assim sendo, é muito difícil a exploração seletiva de uma jazida de solo heterogênea como é o horizonte C, tornando-se necessária a padronização de procedimentos.

Como na região do Projeto da Rodovia: SC-418 o único solo que mostrou um ISC razoável, com baixa expansão, foi o horizonte C pouco alterado do granulito, esse solo foi indicado como camada final de terraplenagem, sob a condição que se provocasse a fragmentação dos grãos, previamente à compactação final.

Tendo em vista as observações de campo realizadas com o horizonte C de granito, em pavimentos executados em Florianópolis, indica-se como processo de fragmentação dos grãos instáveis do horizonte C do granulito, o seguinte procedimento:

- compactação de uma camada de 10 centímetros, do horizonte C do granulito pouco alterado, com a energia do Proctor Intermediário;
- compactação, sobre essa camada, de mais uma camada de 10 centímetros do horizonte C pouco alterado do granulito, com a energia do Proctor Intermediário;
- escarificação dessas duas camadas de 10 centímetros compactadas, objetivando a redistribuição granulométrica, de forma a provocar o preenchimento dos espaços vazios gerados pela fragmentação;
- após a homogeneização do solo, fazer a recompactação da camada, agora de 20 centímetros, na energia recomendada pelo projeto de pavimentação.

v. Características geotécnicas do horizonte B do granulito

O horizonte B, ou solo residual maduro, é um solo caracterizado pela alteração quase que total dos constituintes mineralogicamente instáveis, não mais sendo preservadas as características estruturais e texturais da rocha que lhe deu origem. Portanto, nesse horizonte, a maioria dos minerais do granulito estará transformada em argila, gerando solos argilo-arenosos e argilo-siltosos. No horizonte B do granulito tende predominar argilas do grupo das caulinitas, pois, nesse caso, o cálcio e o magnésio já foram lixiviados, transformando as esmectitas do horizonte C em caulinitas, que se caracterizam por terem menor plasticidade e expansividade.

No Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, no horizonte B do granulito, foram coletadas e ensaiadas 14 amostras, estando os correspondentes resultados de ensaios analisados na tabela 5.16.

TABELA 5.16 - CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DO HORIZONTE B DO GRANULITO.

IDENTIFICAÇÃO	HORIZONTE B					
Nº de ocorrências	14 = 10,1% do total					
Ensaios	caracterização = 14 completos = 7					
Espessura (cm)	Média = 1,10; máx. = 1,7; mín. = 0,8					
Classificação H.R.B.	A-7-5				A-7-6	
Nº de elementos	13				1	média ponderada
Nº de elementos (%)	92,9				7,1	
	x	σ	máx.	mín.		
Nº 200	63,9	8,3	81,2	50,2	41,8	62,3
LL%	63,6	7,8	78,8	46,4	42,2	62,0
IP%	27,6	6,8	39,2	15,0	20,3	27,1
IG%	14,6	3,0	20,0	8,6	4,1952	13,8
Umidade ótima (%)	27,2	1,8	28,8	24,4	22,3	26,5
Densidade (kg/m3)	1,400	0,059	1,506	1,331	1,599	1,428
Expansão (%)	1,73	0,88	2,80	0,60	0,40	1,54
ISC %	6,1	1,9	8,3	3,8	9,3	6,6

NOTA: (Dados coletados do Projeto da Rodovia: SC-418, Trecho: Vila Itoupava – SC-416, Consórcio Kocks/Prosul, para o DER/SC, 1.998)

Pela análise da tabela 5.16, constata-se existir uma predominância expressiva dos solos tipo A-7-5, com 92,9%, no horizonte B do granulito. Sua expansão média foi de 1,54%, com um valor máximo de 2,80% e mínimo de 0,40%, enquanto o ISC médio foi de 6,6%, com um máximo de 9,3% e mínimo de 1,9%.

b) Conglomerado Baú

Ainda são reduzidos os dados disponíveis sobre os solos derivados dessa Sequência Sedimentar Intermediária. Os solos que apresentam melhores características de índice de suporte (ISC), são os correspondentes ao horizonte C dos conglomerados.

Ensaios realizados em jazidas do horizonte C do conglomerado arenoso, da Sequência Sedimentar Intermediária da Formação Campo Alegre, que é semelhante ao horizonte C do Conglomerado Baú, mostram solos tipo A-6 com maior frequência, elevados valores de ISC e baixos percentuais de expansividade, conforme mostra a tabela 5.17.

TABELA 5.17 - CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS SOLOS DERIVADOS DOS CONGLOMERADOS DA SEQUÊNCIA SEDIMENTAR INTERMEDIÁRIA, DA FORMAÇÃO CAMPO ALEGRE E DO CONGLOMERADO BAÚ

SOLO	HORIZONTE C
Classificação HRB	A-6 = 42%; A-4 = 25%; A-2-4= 16% A-2-6= 8%; A-7-6= 8%
ISC Médio (Mín. - Máx.)	36,9% (16,6% - 63%)
Expansão Média (Min. - Máx.)	0,7% (0,2% - 1,5%)

c) Formação Campo Alegre

i. Suíte Sedimentar Superior

Analisando-se a formação dos solos deles derivados pela intemperização, no clima da área de estudo, é de se esperar o comportamento dos solos conforme tabela 5.18.

TABELA 5.18 - CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS DERIVADOS DOS RIOLITOS, DA SEQUÊNCIA VULCÂNICA SUPERIOR, DA FORMAÇÃO CAMPO ALEGRE

ROCHA- RIOLITO	SOLO DERIVADO					
Textura - pórfira, vítrea	Horizonte C			Horizonte B		
Minerais	Areia	Silte	Argila	Areia	Silte	Argila
Matéria Vítrea = 90%		35%	60,00%		15,00%	80,00%
Quartzo = 5%	5,00%			5,00%		
Somatório	5,00%	35,00%	60,00%	5,00%	15,00%	80,00%
Granulometria	Argilo siltoso			Argiloso		
Argila provável	Caulinita e Haloisita			Caulinita e Haloisita		
ISC médio (mín. - máx.)	28% (18 - 51%)			13% (5% - 17%)		
Expans.média (mín. - máx.)	0,5% (0,1% - 1,3%)			0,9% (0,2% - 2,6%)		

Em razão do riolito apresentar em seu horizonte B uma nítida predominância da fração argilosa, esse tipo de solo resulta em um ISC de baixo a médio, podendo a expansividade, em certos pontos, ultrapassar os 2,0%, o que implicaria em substituições do subleito na estrutura do pavimento da rodovia.

Em estradas não pavimentadas construídas com solos derivados dos derrames riolíticos é imperiosa a colocação de revestimento primário, a fim de permitir o tráfego em dias de chuva, devido a plasticidade e expansividade de seus solos argilosos.

Analisando os resultados acima apresentados, percebe-se que as expansões médias dos horizontes C e B encontram-se menores do que 2,0%, portanto, adequadas para utilização do solo como camada final de terraplenagem.

Observando os resultados dos conglomerados na tabela 5.19 constatam-se valores relativamente elevados para o ISC, expansividade baixa e um solo bem graduado e coesivo. Essas características geotécnicas recomendam esses solos como revestimento primário, tal como é praticado nos municípios de Blumenau e Gaspar. É interessante salientar que além das vantagens de uma boa distribuição granulométrica, o elevado teor de cimento ferruginoso contido nesse conglomerado, favorece a uma recimentação dos grãos, por dissoluções e reprecipitações, após a compactação. Essa dissolução e reprecipitação do cimento ferruginoso talvez pudesse ser provocada artificialmente: com a introdução de uma solução ácida para se atingir a umidade ótima, promoveria-se a dissolução parcial do óxido de ferro e posteriormente a compactação. Já a sua saturação com uma solução básica, provocaria a precipitação dos óxidos de ferro anteriormente dissolvidos. Quando os conglomerados se mostram pouco alterados, podem ser indicados para reforço do pavimento.

TABELA 5.19 - CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS SOLOS DERIVADOS DOS CONGLOMERADOS DA SEQUÊNCIA SEDIMENTAR INTERMEDIÁRIA

SOLO	HORIZONTE C
Classificação HRB	A-6 = 42%; A-4 = 25%; A-2-4= 16% A-2-6= 8%; A-7-6= 8%
ISC Médio (Mín. e Máx.)	36,9% (16,6% a 63%)
Expansão Média (Min. e Máx.)	0,7% (0,2% a 1,5%)

NOTA: Dados de 12 amostras do horizonte C na localidade de Escalvado) Trecho BR-101 a Luiz Alves – DER-SC/SOTEPA

TABELA 5.20 - CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS SOLOS DERIVADOS DO CONGLOMERADO BAÚ (DADOS DE 12 AMOSTRAS DO HORIZONTE C NA LOCALIDADE DE ESCALVADO)

UMIDADE DE COMPAC (%)	13,1	16,0	10,2	9,7
DENSIDADE REAL	1,85	1,83	1,98	1,97
EXPANSÃO (%)	0,00	0,39	0,00	0,00
CBR %	18,5	15,0	21,0	17,0

ii. Suíte Vulcânica Superior

Nos pontos onde o horizonte C ainda apresenta porções de rocha alterada, o ISC pode se elevar, atingindo 40-50%. Apesar desse elevado valor de ISC, questiona-se a sua utilização, pois a baixa sanidade e a friabilidade desses fragmentos de rocha alterada, podem se desintegrar pela compactação ou pelas cargas repetidas, transmitidas pelo tráfego e pela presença da água. Recomenda-se, nesses casos, a realização de ensaios de sanidade com a fração grosseira (fragmentos de rocha alterada) do solo.

5.1.3.5.6 Classificação segundo a resistência dos solos

Novamente, a resistência dos solos está em muito relacionada com sua origem. De acordo com este critério, pode-se analisar a resistência dos solos derivados do Complexo Granulítico de Santa Catarina e dos Depósitos Colúvio -Aluvionares de Sedimentos Quaternários, que ocorrem ao longo do trecho.

Para análise da resistência dos solos tomou-se como fonte de informação os resultados das sondagens a percussão (SPT) executadas no trecho.

a) Resistência dos solos derivados do Complexo Granulítico de Santa Catarina

i. Resistência do horizonte B do granulito

O horizonte B dos solos derivados do granulito se caracterizam por solos argilo siltosos e argilo síltico arenosos, onde a resistência à sondagem à percussão (SPT) determinou um número de golpes, que variou em média de 4 a 8 para 30 cm penetrados, o que corresponde a uma tensão admissível de de 0,33 a 1,2 kg/cm^2.

ii. Resistência do horizonte C do granulito

Os solos correspondentes ao horizonte C do granulito são solos predominantemente siltosos, tendo mostrado uma resistência à sondagem à percussão de 8 a 30 golpes, chegando ao impenetrável. A tendência é de sua resistência ser crescente com a profundidade.

b) Resistência dos Sedimentos Quaternários

Os Sedimentos Quaternários que ocorrem ao longo do trecho, podem ser divididos em dois segmentos, sendo um compreendido entre Navegantes e a BR-101 e outro entre a BR-101 e Indaial.

i. Segmento entre Navegantes - BR-101

No segmento compreendido entre Navegantes e a BR-101 há a predominância de sedimentos arenosos finos, tipo A-3.

As sondagens a percussão (SPT) executadas nesse segmento, determinaram em seu início um número de golpes que variou de 6 a 12, classificada como pouco compacta, com tensão admissível de 1 a 2 kg/cm^2. Após 3 – 4 m, o número de golpes aumenta para 13 – 25 golpes, quando é classificada como medianamente compacta, com tensão admissível de 2 a 4 kg/cm^2.

Em profundidades maiores do que 10 – 15 m, o número de golpes pode ultrapassar ligeiramente os 30 golpes, quando é classificada como compacta, com tensão admissível de 4 a 6 kg/cm^2.

ii. Segmento entre BR-101 e Indaial

No segmento compreendido entre a BR-101 e Indaial há a predominância de sedimentos argilosos podendo ou não ter elevado teor de matéria orgânica.

As sondagens a percussão (SPT) executadas neste segmento, determinaram em seu início um número de golpes que variou de zero a 2 golpes, que corresponde a uma argila muito mole, com tensão admissível menor que 0,3 kg/cm^2.

Além destes solos muito mole, ocorrem outros solos mais ricos em matéria orgânica, onde a resistência é ainda menor, como no Canal do DNOS, onde a sondagem a percussão (SPT) penetrou 9 m, com zero golpes. Também, junto a ponte sobre o rio Luiz Alves a percussão penetrou 12 m, com 1 golpe para cada 30 cm.

5.1.3.5.7 Erodibilidade

A sensibilidade à erosão está em muito relacionada a falta de coesão do solo, que por sua vez, depende do percentual da fração argilosa do solo.

Assim, nos solos correspondentes ao horizonte B do granulito, a sensibilidade à erosão é pouco expressiva, por serem solos predominantemente argilosos, variando de argilo siltosos a argilo síltico arenosos.

Por outro lado, sabe-se que a fração siltosa e arenosa fina corresponde a grão mais sensíveis à erosão. Sendo os solos correspondentes ao horizonte C, solos predominantemente siltosos, variando de siltosos a síltico arenosos e síltico argilosos, a sua sensibilidade à erosão é expressiva, como mostra a figura 5.36.

Tem-se observado que muitas instabilidades de taludes de cortes efetuados em horizonte C do granulito iniciaram com pequenas erosões, que formaram taludes íngremes que evoluíram para escorregamentos, como mostram as figuras 5.37 e 5.38.

Devido este sensibilidade à erosão, são recomendadas alturas de banquetas nos cortes, com 8 m. Observa-se nas estradas existentes, que banquetas com alturas superiores a 8 m, têm sofrido erosões.

Também recomenda-se que as sarjetas das banquetas sejam revestidas, com eficiente manutenção, para evitar que a erosão provoque sulcos. A figura 5.39 mostra as consequências de uma manutenção deficiente.

Figura 5.36 - Sulcos provocados pela erosão em um talude de corte, no horizonte C do granulito, evidenciando sua sensibilidade à erosão

Figura 5.37 - Exemplo de um talude de corte com altura superior a 8m, que sofreu erosão e evoluiu para um escorregamento.

Figura 5.38 - Significativa erosão no talude do corte, em horizonte C do granulito.

Figura 5.39 - A falta de manutenção das sarjetas das banquetas, provocou a descida da água pelo talude do corte em horizonte C do granulito, ocasionando sua erosão.

5.1.3.6 Identificação das possibilidades de áreas para obtenção de materiais necessárias às obras

A seleção de jazidas de solo constitui-se em uma das atividades importantes no estudo geológico/geotécnico, pois dificilmente serão amostradas, ensaiadas e analisadas várias alternativas, para a seleção da jazida que apresentar os melhores índices. Assim, a seleção visual, respaldada com dados estatísticos dos horizontes dos solos derivados das diferentes unidades estratigráficas, torna-se fundamental.

5.1.3.6.1 Jazidas de solo

Como pode-se constatar pela caracterização geológica/geotécnica das unidades estratigráficas, que ocorrem na área do traçado da rodovia, os solos de maior potencial para jazida de solo são os originados dos conglomerados da Formação Gaspar. Assim, como jazida de revestimento primário, é indicada a ocorrência do conglomerado da Formação Gaspar, situada na localidade de Gaspar Alto, no lado esquerdo do km 4+490 da rodovia SC-420, conforme mostra a tabela 5.21.

Nesse ponto, segue-se por uma estrada secundária, por 600 metros, até uma bifurcação, onde toma-se à esquerda. São percorridos mais 600 metros, onde segue-se por um caminho utilizado para a retirada do pinus, cortado de um reflorestamento. Segue-se mais 600 metros, até a base da escarpa, onde ocorre a alteração de um arenito conglomerático arenoso, com cimento ferruginoso vermelho. Esse conglomerado forma uma crista alongada, que em alguns pontos, da face sudoeste, já foi explorado como revestimento primário, para esse acesso.

TABELA 5.21 - FICHA DE CAMPO COM OS DADOS REFERENTES À JAZIDA DE SOLO INDICADA

INSPEÇÃO GEOLÓGICA DE FONTES DE MATERIAIS VIRGENS	
Rodovia: SC-420	Trecho:
Data:	Executante: Geol. Victor Hugo Teixeira

[ ] Pedreira [ ] Areal [ ] Saibreira [X] Jazida de Solo

DADOS GERAIS

Localização: Município de Blumenau

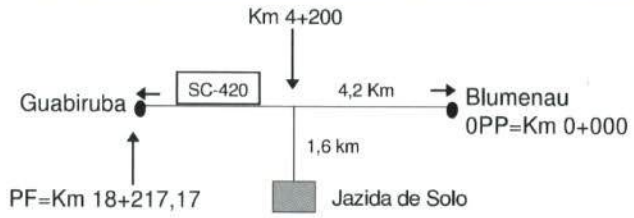
Proprietário:

Endereço: Gaspar Alto

Condições de acesso: À executar

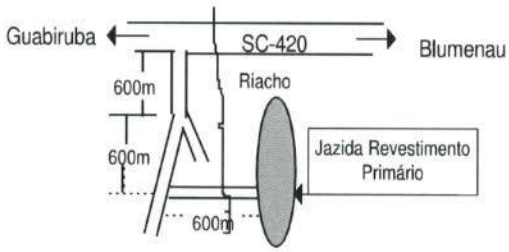
Energia elétrica:

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



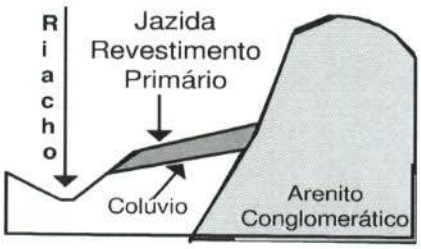
DADOS BÁSICOS PARA CÁLCULO DA D.M.T.	
Amarração ao Projeto	km 4+200
Distância Total (km)	1,6
Distância Pavimentada (km)	-
Distância não Pavimentada (km)	1,6
D.M.T. (km)	

CROQUI DA OCORRÊNCIA



DADOS BÁSICOS PARA A CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	
Formação	Formação Gaspar
Litologia	Alteração de arenito conglomerático
Tipo de estrutura	Estratificada
Área de afloramento (m^2)	1000
Área útil estimada (m^2)	9900

PERFIL DA OCORRÊNCIA



DADOS BÁSICOS PARA ESTIMATIVA DE VOLUMES	
Altura média total (m)	3
Espessura de estéril (m)	2
Altura média útil (m)	4,9

5.1.3.6.2 Materiais pétreos

A definição dos materiais de construção se constitui em um dos tópicos fundamentais no projeto final de engenharia, pois influencia diretamente no orçamento do projeto (determinando o tipo de pavimento a ser projetado), na tecnologia a ser empregada na construção e na vida útil da obra.

A pavimentação rodoviária no Brasil emprega largamente projetos com brita graduada, devido ao bom domínio e o sucesso dessa técnica de pavimentação. Assim, apesar de um número elevado de pesquisas de novos tipos de pavimentos, a brita graduada tem sido adotada na maioria das rodovias pavimentadas no Brasil, sendo excepcionalmente empregados pavimentos como solo-cimento, solo-cal e agregados naturais, como reforço e sub-base.

Por essa razão, entre os materiais de construção a serem empregados em uma rodovia, a brita sempre se destaca, uma vez que além de necessária à pavimentação, também é empregada em obras de arte correntes e drenagem.

Além do estudo de pedreira, torna-se importante e indispensável a identificação de jazidas de solo para camada final de terraplenagem e ou reforço, conforme citado anteriormente. Como pedreiras Comerciais, tem-se, primeiramente, a pedreira da Britagem Gaspar, na localidade de Belchior Baixo – Gaspar, com o seguinte endereço:

- Britagem Gaspar - Rodovia BR-470- km 45+000
  - Belchior Baixo – Gaspar/SC;
  - Fone: (047) 335-0363.

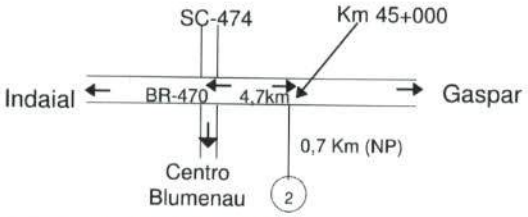
Para poder chegar nessa pedreira, toma-se a direita no km 45+00 da BR-470, percorrendo-se ainda aproximadamente 0,7 quilômetros em estrada não pavimentada para se chegar a frente de exploração da pedreira conforme o croqui da tabela 5.22. A pedreira possui uma bancada, de aproximadamente 5 metros de altura, representada litologicamente por um granulito, com composição mineralógica de quartzo, biotita, piroxênio e anfibólio. Acima dessa rocha encontra-se uma camada de espessura variável (de 0,5 a 1,5 metros aproximadamente) do horizonte C do granulito.

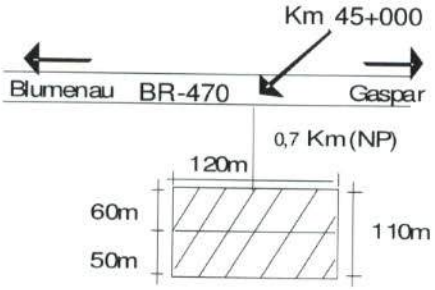
TABELA 5.22 – TABELA CONTENDO DADOS REFERENTES À PEDREIRA INDICADA

INSPEÇÃO GEOLÓGICA DE FONTES DE MATERIAIS VIRGENS	
Rodovia: SC-420	Trecho:
Data: 22/01/2009	Executante: Geol. Victor Hugo Teixeira

[x] Pedreira [ ] Areal [ ] Saibreira [ ] Jazida de Solo

DADOS GERAIS
Localização: Gaspar
Proprietário: Pedreira Britagem Gaspar Ltda
Endereço: Rodovia BR-470- km 45 - Belchior Baixo - Gaspar - SC - Fone-(047)-335-03-63
Condições de acesso: Boa
Energia elétrica: Sim

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO	DADOS BÁSICOS PARA CÁLCULO DA D.M.T.	
	Distância Total (km)	25,7
	Distância Pavimentada (km)	25,0
	Distância não Pavimentada (km)	0,7

CROQUI DA OCORRÊNCIA	DADOS BÁSICOS PARA A CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	
	Formação	Complexo Granulítico Santa Catarina
	Litologia	Granulito
	Tipo de estrutura	Bandeada
	Área de afloramento (m²)	13200
	Área útil estimada (m²)	6.600

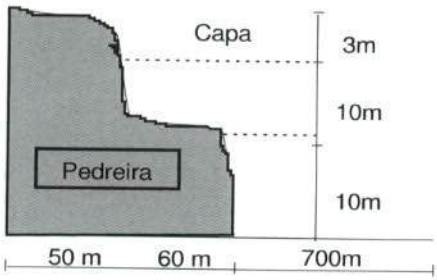
PERFIL DA OCORRÊNCIA	DADOS BÁSICOS PARA ESTIMATIVA DE VOLUMES	
	Altura média total (m)	20
	Espessura de estéril (m)	3
	Altura média útil (m)	20
	Volume de estéril (m³)	6000

Figura 5.40 - Placa contendo os dados do registro de licença ambiental de operação na FATMA e do processo do DNPM da Britagem Gaspar, assim como o responsável técnico da pedreira.
Fonte: Autoria Prosul

Acima do granulito, foram observadas pequenas espessuras de solo residual do mesmo, variando desde 0,5 a 1,5 metros conforme mostram as figuras 5.41 e 5.42.

Figura 5.41 - Pedreira da Britagem Gaspar, caracterizada litologicamente por um granulito, composto mineralogicamente por quartzo, biotita, piroxênio e anfibólio, com textura granoblástica.
Fonte: Autoria Prosul

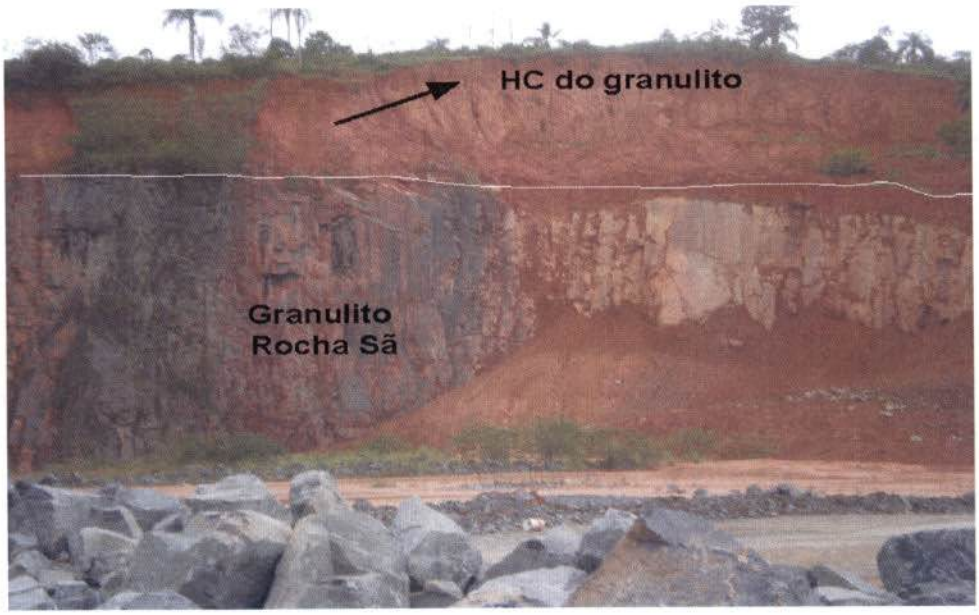


Figura 5.42 - Contato entre o HC do granulito e a rocha sã.
Fonte: Autoria Prosul

No granulito são observou-se duas famílias de fraturas, denominadas de F1 e F2. A família de fratura F1, de direção NE, apresenta espaçamento pouco denso, conforme mostra 5.43.

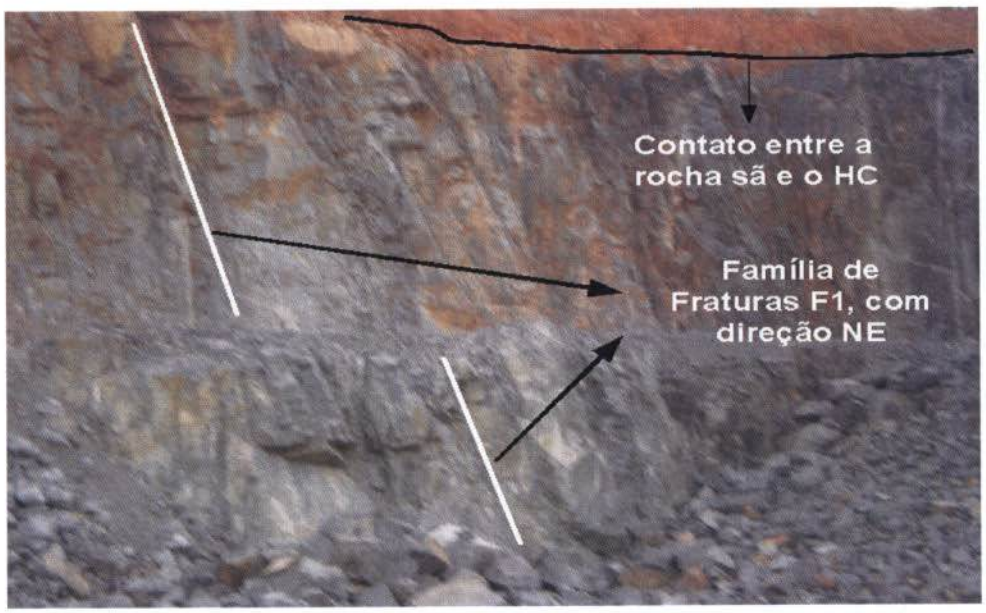


Figura 5.43 - Família de fraturas F1, com espaçamento pouco denso e contato da rocha sã com o horizonte C.
Fonte: Autoria Prosul

No próprio local da pedreira se faz o processo de britagem, conforme mostram as figuras 5.44 e 5.45.

Figura 5.44 - Instalações da Britagem Gaspar: britador utilizado pela pedreira para a realização do processo de britagem.
Fonte: Autoria Prosul

Figura 5.45 - Vista geral do britador.
Fonte: Autoria Prosul

Outra pedreira que poderá ser utilizada é a Pedreira da Triunfo Comércio e Engenharia Ltda. Para se atingir essa pedreira, partindo do km 15+000 da BR-470, segue-se por 2100 metros, em estrada não asfaltada, até a frente da pedreira.

Essa pedreira está sendo explorada em bancadas, em uma encosta de grande desnível (figura 5.46). A rocha é formada por um granulito pertencente ao

Complexo Granulítico de Santa Catarina. A rocha é de cor cinza médio, com bandeamento decimétrico à métrico acamadado, subvertical, com textura média à grosseira.

Foi informado pelo encarregado que a pedreira também fazia em suas instalações o processo de britagem, produzindo britas de tamanho 0 até 3, estando no momento esse processo parado. Porém, essa produção retornará em breve, tanto assim que já estavam montando novamente o britador.

Figura 5.46 - Frente de exploração da pedreira e suas instalações (Britador).
Fonte: Autoria Prosul

Figura 5.47 - Frente da Pedreira da Triunfo, explorando o granulito em 5 bancadas.
Fonte: Autoria Prosul

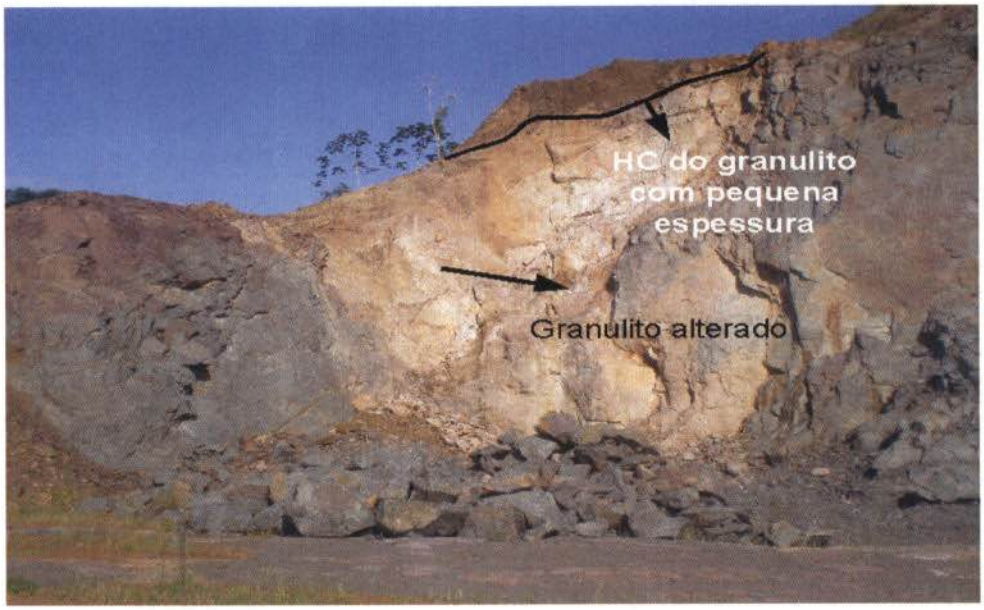


Figura 5.48 - Horizonte C do granulito que apresenta pequenas espessuras e granulito alterado.
Fonte: Autoria Prosul

A figura 5.49 mostra as duas famílias de fraturas encontradas. Foi, também encontrado solo dos horizontes C e B do granulito em cotas mais altas que o local dessa figura. O horizonte C apresenta aproximadamente 5 metros de espessura, no

local acima da pedreira, conforme mostra a figura 5.50. As coordenadas UTM desse ponto são : 729970E, 7028961N.

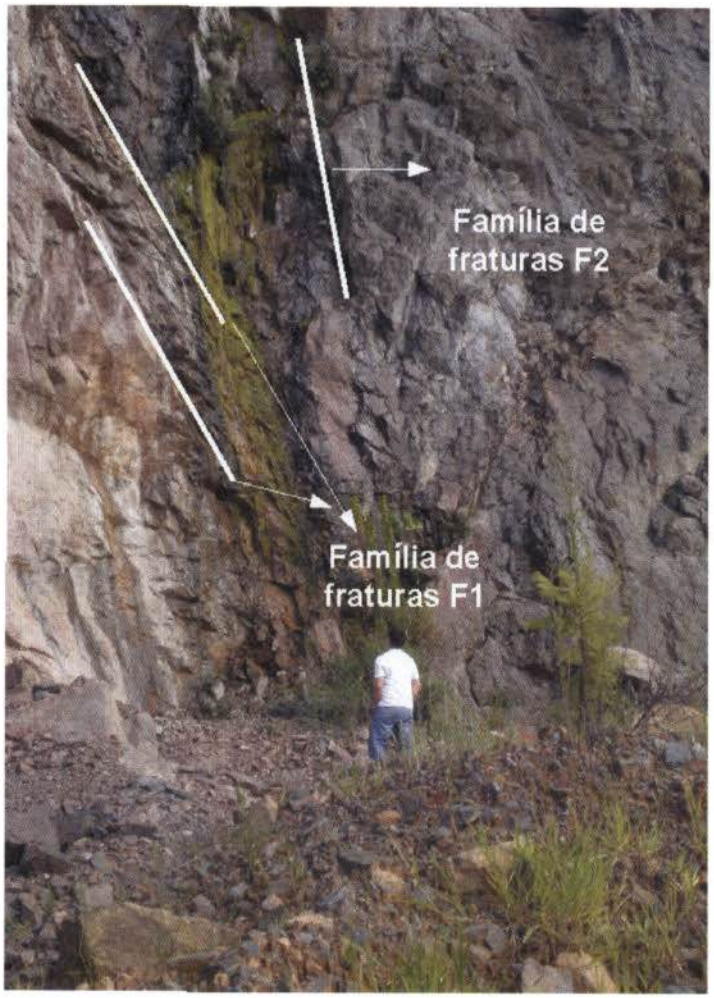


Figura 5.49 - Duas famílias de fraturas encontradas.
Fonte: Autoria Prosul

Figura 5.50 - Horizonte C do granulito.
Fonte: Autoria Prosul

Já o horizonte B apresenta pequenas espessuras como mostra a figura 5.51.

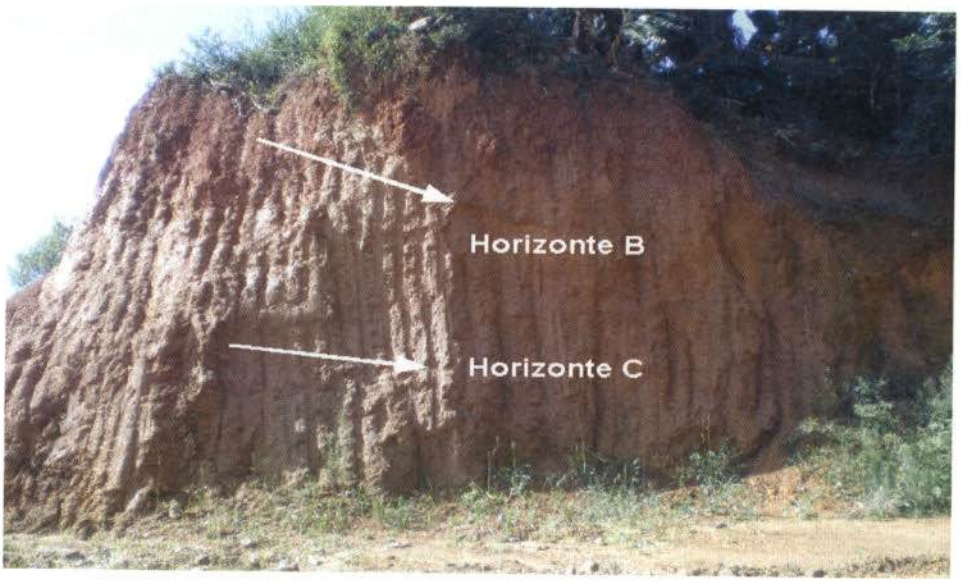


Figura 5.51 - Horizontes B e C do granulito.
Fonte: Autoria Prosul

5.1.3.6.3 Areais

O rio Itajaí se constitui num tradicional fornecedor de areia adequada para a construção, sendo extraída desde Navegantes até Blumenau.

Como fornecedor de areia comercial para as obras civis e drenagem, tem-se a Areal Porto União, situado na localidade de Escalvado, no lado esquerdo da BR-470, 2200 metros após a BR-101, em direção à Gaspar.

Outro areal comercial é o Areal Irmãos Zimmermann Ltda., situado na cidade de Gaspar, na rodovia Jorge Lacerda - Bairro Bela Vista.

Para se atingir esse areal, procede-se da seguinte maneira: partindo do centro de Blumenau, percorre-se 7,5 quilômetros para se chegar ao mesmo.

5.1.3.7 Levantamento das cavidades naturais e monumentos naturais

Como monumento natural relevante da região de estudo destaca-se o Morro do Baú, localizado entre Ilhota e Luiz Alves. Devido às chuvas concentradas e excessivas que ocorreram em 2008 no Estado de Santa Catarina, nesse morro aconteceram instabilidades que afetaram, principalmente a cidade de Luiz Alves. A estimativa do IPT é de que foram aproximadamente 4 mil escorregamentos nesse local.

De acordo com o IPT, mesmo que a região do Morro do Baú estivesse preparada para receber essa grande quantidade de chuva, os problemas causados pelos deslizamentos seriam semelhantes.

A geologia da área do Morro do Baú é constituída por arenitos arcosianos, sedimentos finos e conglomerados polimícticos, representados pelo Conglomerado do Baú. Essa sedimentação é pertencente ao Grupo Itajaí, do tardi-proterozóico, e está em contato tectônico com o embasamento.

A mineralização ocorre associada aos veios tabulares subverticais encaixados, seja no Grupo Itajaí, seja no embasamento. Esses veios estão geneticamente relacionados ao vulcanismo ácido de Campo Alegre.

As condições geológicas da área do Morro do Baú ocasionaram rachaduras internas no subsolo, provocando deslizamentos de terra em áreas totalmente cobertas por vegetação primária. Vários depoimentos de vítimas daquela catástrofe

falam de uma grande explosão, labaredas de fogo e um tremor na terra antes do desmoronamento.

Com relação aos processos de deslizamento ocorridos na região, esses apresentaram características que superaram os escorregamentos planares que mais comumente acontecem em áreas de encostas com declives acentuados. Foram observados processos tecnicamente classificados como corridas de lama, que apresentam um alcance e um poder destrutivo muito maior que os deslizamentos de encosta de ocorrência mais comum. Esses processos de corridas estão associados a índices pluviométricos excepcionais. Uma das consequências desses inúmeros escorregamentos consistiu no assoreamento e, por vezes, obstrução de rios e de suas planícies, provocado pela mobilização de grandes volumes de terra e detritos oriundos dos escorregamentos.

Houve uma elevada pluviosidade ocorrida entre os dias 21 e 23 de novembro de 2008 em Santa Catarina. Foi medido em torno de 600 milímetros, índice considerado excepcional, extrapolando todos os limites conhecidos de acumulados de chuvas, sem considerar que já chovia na região desde o mês de agosto. Algo semelhante no Brasil ocorreu no evento de Caraguatatuba, no Estado de São Paulo, em 1967, quando em 2 dias choveu aproximadamente 600 milímetros. A constatação da magnitude desse evento pode ser observada pela grande quantidade de escorregamentos naturais ocorridos em encostas totalmente cobertas por vegetação natural. A topografia da região, com declividades elevadas e o tipo de solo do Vale do Itajaí, composto principalmente por material argiloso, também favoreceram a ocorrência dos eventos. Além disso, o volume de chuva acumulado nos últimos meses saturou o solo no seu limite máximo, que perdeu totalmente a sua coesão e, portanto, a sua resistência e capacidade de suporte. Pode-se dizer que o solo simplesmente "derreteu" em vários pontos, tragando casas e rodovias.

Os processos de movimentos de massa, denominados genericamente de escorregamentos (equivalentes ao *landslide)*, de acordo com definição de Guidicini e Nieble (1993), são movimentos rápidos, de duração relativamente curta, de massas de terreno que se deslocam para baixo e para fora do talude em função da

gravidade. Em termos gerais, um escorregamento ocorre quando a relação entre a resistência ao cisalhamento do material e a tensão de cisalhamento na superfície potencial de movimentação decresce até atingir uma unidade, no momento do escorregamento.

Na região afetada foram observados três tipos principais de escorregamentos (rotacionais, translacionais e complexos), além de outros processos, tais como corridas de lama e de detritos (troncos e galhos de árvores, escombros e blocos de rocha etc.).

a) Escorregamentos rotacionais

Os escorregamentos rotacionais caracterizam-se por uma superfície de ruptura curva ao longo da qual se dá um movimento rotacional do maciço de solo. A ocorrência desses movimentos está associada geralmente à existência de solos espessos e homogêneos de textura predominantemente argilosa. O escorregamento rotacional de solo é um fenômeno frequente nas encostas do sudeste brasileiro, mobilizando geralmente o manto de alteração. Podem se tornar processos catastróficos, com o deslizamento súbito do solo residual que recobre a rocha ao longo de uma superfície qualquer de ruptura, ou ao longo da própria superfície da rocha. Exemplos desse tipo de escorregamentos são conhecidos, como o grande escorregamento do Monte Serrat, em Santos, ocorrido em 1928, e muitos dos sessenta escorregamentos simultâneos que ocorreram nos morros de Santos em 1956 (VARGAS, 1966).

b) Escorregamentos translacionais

Os escorregamentos translacionais são os mais frequentes entre todos os tipos de movimentos de massa. Formam superfícies de ruptura planar associadas à anisotropias acentuadas presentes nos solos e/ou rochas que, em geral, representam descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas derivadas de processos geológicos, geomorfológicos ou pedológicos. A morfologia dos escorregamentos translacionais caracteriza-se por esses serem rasos, com o plano de ruptura, na maioria das vezes, de 0,5 a 5,0 metros de profundidade e com maiores extensões

no comprimento, podendo atingir centenas ou até milhares de metros (FERNANDES e AMARAL 1996; GUIDICINI e NIEBLE op cit).

c) Corridas de massa ou detríticas

Corridas são formas rápidas de escoamento de caráter essencialmente hidrodinâmico, ocasionada pela perda de atrito interno, em virtude da destruição da estrutura, em presença de excesso de água. As corridas apresentam um grau de fluidez bastante variável desde massas de elevada densidade e viscosidade até estados fluidos como as águas barrentas de um rio.

As corridas de massa são, em geral, provocadas por encharcamento do solo por chuvas intensas ou por longos períodos de chuvas de menor intensidade. Esse processo pode ser desencadeado mesmo em relevos menos íngremes, dependendo das características de resistência do material. A massa em movimento incorpora blocos de rochas, árvores e outros detritos os quais aumentam seu potencial destruidor.

d) Escorregamentos complexos

São designados de escorregamentos complexos, quando ocorrem dois ou mais tipos de escorregamentos.

5.1.4 Geomorfologia

A geomorfologia é o estudo sistemático das formas de relevo, baseando-se nas características que lhes determinaram a gênese e a evolução. Essa usa como premissas a natureza das rochas, suas estruturas (intrínsecas ou extrínsecas), o clima e as diferentes forças endógenas (tectônicas) e exógenas, que entram como fatores construtores e destruidores do relevo terrestre.

Para se compreender a correlação entre a geomorfologia e a natureza das rochas, se deve, primeiramente, refletir a cerca das formas de relevo, para compreender a sua formação e qual tipo de litologia está relacionada. Para tanto, deve-se entender tudo o que se relaciona as características superficiais do terreno,

ou seja sua paisagem (*landscape*). Essa paisagem encontra-se localizada na interface da litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera.

Outro aspecto importante é a morfoestrutura, ou seja, as feições geomorfológicas correlacionadas exclusivamente às estruturas geológicas. Esse aspecto encontra-se intimamente ligado à morfotectônica, ou seja, aos processos responsáveis pela criação das estruturas morfológicas (morfoestruturas) em nível macrogeomorfológico.

Nesse estudo foi tomado como base o Mapa Geomorfológico do Estado de Santa Catarina, na escala 1:1.000.000, contido no Atlas de Santa Catarina, do Gaplan – Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral (1986), com o *datum South American Datum* (SAD 1969), UTM Zona 22S.

5.1.4.1 Características geomorfológicas regionais

De acordo com o Mapa Geomorfológico da região entre Blumenau e Navegantes, foram identificados os domínios morfoestruturais de Depósitos Sedimentares Quaternários e Embasamentos em Estilos Complexos, compostos pelos modelados de Acumulação (A) e Dissecação (D), respectivamente. Por sua vez, na referida região, o modelado de Acumulação é subdividido nos seguintes modelados: de Acumulação Fluvial (Af), de Acumulação Marinha (Am) e de Acumulação Fluviomarinha (Afm). Já o Modelado de Dissecação subdivide-se em: Modelado de Dissecação Homogênea e Modelado de Dissecação Diferencial. Esses modelados estão descritos na sequência.

Observa-se que os domínios morfoestruturais de Depósitos Sedimentares correlacionam-se com a unidade geomorfológica Planícies Costeiras – Planícies Litorâneas. Já os Embasamentos em Estilos Complexos estão correlacionados com a unidade geomorfológica Serras do Leste Catarinense – Serras do Tabuleiro/Itajaí.

5.1.4.1.1 Modelado de Acumulação Marinha (Am)

Área plana resultante de acumulação marinha, podendo comportar praias, canais de maré, cordões litorâneos, dunas, plataformas de abrasão e terraços arenosos. Na região em estudo, esse modelado de relevo é correlacionável,

principalmente, aos Depósitos Colúvio-Aluvionares, ou seja, sedimentos e rochas sedimentares de granulometria fina (silte/argila) a média, de acordo com o Estudo Geológico.

5.1.4.1.2 Modelado de Acumulação Fluvial (Af)

Esse modelado corresponde a uma área plana resultante de acumulação fluvial, sujeita a inundações periódicas, correspondentes às planícies e terraços de várzea. Na região de estudo, esse modelado de relevo é correlacionável, principalmente ao Complexo Granulítico Santa Catarina, possuindo, portanto, o anfibolito, o gnaisse, o gnaisse granulítico e o granulito como litologias predominantes. Também é correlacionável com os Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.4.1.3 Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm)

Esse modelado corresponde a uma área marinha resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, sujeita, ou não, a inundações periódicas podendo comportar rios, mangues, deltas, diques marginais e terraços arenosos. Na região em estudo, esse modelado correlaciona-se, principalmente, aos Depósitos Colúvio-Aluvionares, havendo pequenas "ilhas" dos litotipos do Complexo Granulítico Santa Catarina e pequenas áreas correspondentes à Formação Gaspar.

5.1.4.1.4 Modelado de Dissecação Homogênea

Esse modelado sofre dissecação fluvial, ou seja, aquela que não obedece a controle estrutural e é definida pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem. A densidade é a relação entre o comprimento total dos canais e a área amostrada: classificada em fina (f), média (m) e grosseira (g). O aprofundamento é definido pela média das frequências dos desníveis, medidos em perfis transversais aos vales contidos na área amostrada e classificado em 1, 2 e 3. Dessa forma, as siglas que correspondem ao mesmo são: Df1, Df2, Df3, Dm1, Dm2, Dm3, Dg1, Dg2 e Dg3.

Na área estudada só ocorre os modelados Dm1, Dm2 e Dg1 que estão principalmente correlacionados aos litotipos do Conglomerado Baú, da Formação Gaspar, da Formação Campo Alegre e do Complexo Granulítico Santa Catarina.

5.1.4.1.5 Modelado de Dissecação Diferencial

Esse modelado, encontrado nas Serras do Leste Catarinense – Serra do Tabuleiro/Itajaí, sofre dissecação marcada por controle estrutural, definida apenas pela variável aprofundamento de drenagem, já que a densidade é controlada pela tectônica e pela litologia. O aprofundamento desse modelado, assim como no modelado anterior, é definido pela média das frequências dos desníveis, medidos em perfis transversais aos vales contidos na área amostrada e classificado em 1, 2 e 3. Dessa forma, as siglas que correspondem ao mesmo são: D1, D2 e D3.

Na área estudada ocorrem somente os modelados D1 e D2 que estão correlacionados as litologias do Complexo Granulítico Santa Catarina.

5.1.4.2 Características geomorfológicas locais

O estudo do Trecho: Navegantes – Divisa SC/RS tem início no km 0+000 (igualdade km 2+000 da rodovia), sendo que ao longo do trecho analisado foi observado o condicionamento geomorfológico e geológico descrito a seguir.

Observa-se que foi gerado um *buffer,* em plataforma SIG Arcmap 9.2, de 500 metros de cada lado do eixo da rodovia, para a visualização de detalhe de cada um dos domínios estruturais e a planimetria da área. Esses são apresentados nos Mapas Geomorfológico, Planialtimétrico e Hipsométrico que constam, respectivamente, nas páginas 29, 31 e 33 do Volume II – Mapeamento Temático, Tomo I.

5.1.4.2.1 Segmento km 2+000 a 8+400 – Depósitos Colúvio-Aluvionares – Modelado de Acumulação Marinha (Am)

Nesse trecho ocorre a predominância de tipo de modelado de acumulação marinha, ou seja, áreas resultantes de acumulação marinhas, podendo comportar praias, canais de marés, cordões litorâneos, dunas, plataformas de abrasão e

terraços arenosos. Geologicamente, nessa área predominam os Depósitos Colúvio-Aluvionares, ou seja, depósitos de granulometria variando desde grosseira (quando há a predominância de areia e cascalho – associados a depósitos coluvionares) para granulometria mais fina (argila – associados a depósitos aluvionares). Esses depósitos são predominantemente derivados de antigos escorregamentos e contribuição secundária de depósitos provenientes dos meandros dos rios.

Nesse segmento também ocorre, a partir do km 3+800, contato com os domínios morfoestruturais de Embasamentos em Estilos Complexos. Esses são compostos pelo Modelado de Dissecação Homogênea de densidade média e profundidade 2 (Dm2).

5.1.4.2.2 Segmento km 8+400 a 9+500 – Complexo Granulítico Santa Catarina – Modelado de Acumulação Marinha (Am)

No trecho correspondente aos quilômetros acima citados ocorre a predominância do Modelado de Acumulação Marinha. Geologicamente predominam as litologias do Complexo Granulítico Santa Catarina (ou seja, os granulitos, anfibolito, gnaisse e gnaisse granulítico). Os granulitos, conforme citado no estudo geológico, apresentam grandes espessuras de solo, localmente com presença de matacões e relevo ondulado.

5.1.4.2.3 Segmento km 9+500 a 13+200 – Depósitos Colúvio-Aluvionares – Modelado de Acumulação Marinha (Am)

Nesse segmento compreende como domínios estruturais os Depósitos Sedimentares Quaternários com modelado do tipo acumulação marinha. Geologicamente predominam as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares, havendo o contato, no início do segmento, com as rochas do Complexo Granulítico Santa Catarina e, no final, com as litologias do Conglomerado do Baú.

5.1.4.2.4 Segmento km 13+200 a 14+600 – Depósitos Colúvio-Aluvionares e Conglomerado Baú – Modelado de Dissecação Homogênea (Dm2) e Modelado de Acumulação Marinha (Am)

Nesse segmento compreende como domínios estruturais os Embasamentos em Estilo Complexos com Modelado de Dissecação Homogênea de densidade média e profundidade 2 (Dm2) e o Modelado de Acumulação Marinha (Am).

Geologicamente ocorrem os litotipos dos Depósitos Colúvio-Aluvionares e do Conglomerado Baú, composto litologicamente por arenitos arcoseanos (ou seja, rocha com mais de 25% de feldspato ortoclásio ou plagioclásio e alguns fragmentos de rocha distintos). Portanto, quando da alteração da rocha para um solo residual predominam os solos areno-argilosos, pois os minerais de feldspatos (ortoclásio e/ou plagioclásio) se alteram para minerais de argila (caulinita e/ou haloisita), conforme citado no estudo geológico.

5.1.4.2.5 Segmento km 14+600 a 15+500 – Depósitos Colúvio-Aluvionares, Conglomerado Baú e Formação Gaspar – Modelado de Dissecação Homogênea (Dm2), Modelado de Acumulação Marinha (Am) e Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm)

Nesse segmento há predominância dos domínios estruturais dos Embasamentos em Estilo Complexos com Modelado de Dissecação Homogênea de densidade média e profundidade 2 (Dm2). Ocorrem também, em conjunto com esse domínio, até o km 15+000 o Modelado de Acumulação Marinha (Am) e a partir desse quilômetro o Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm). Geologicamente aparecem, simultaneamente, as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares, do Conglomerado Baú e da Formação Gaspar. Essa última unidade é composta litologicamente por rochas de granulometria mais grossa, como arcóseo e conglomerado.

5.1.4.2.6 Segmento km 15+500 a 19+800 – Depósitos Colúvio-Aluvionares e Formação Gaspar – Modelado de Dissecação Homogênea (Dm2) e Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm)

No início do segmento, no intervalo entre os quilômetros 15+500 e 17+000, predomina, como domínios estruturais, os Embasamentos em Estilo Complexos com Modelado de Dissecação Homogênea de densidade média e profundidade 2 (Dm2). Também ocorre, no lado esquerdo da rodovia, próximo ao rio Itajaí-Açu, o Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm). Na área desse segmento, geologicamente ocorre as litologias da Formação Gaspar, associadas principalmente ao Modelado de Dissecação Homogênea, e dos Depósitos Colúvio-Aluvionares, associadas principalmente ao Modelado de Acumulação Fluviomarinha.

Entre o km 17+000 e o km 19+800, predomina como forma de modelado aquele de acumulação fluviomarinha, cujos domínios estruturais são os Depósitos Sedimentares. Geologicamente ocorrem as unidades Formação Gaspar e Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.4.2.7 Segmento km 19+800 a 27+800 – Depósitos Colúvio-Aluvionares – Modelado de Dissecação Homogênea (Dm2) e Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm)

No intervalo entre os quilômetros 19+800 e 24+500 a forma predominante de modelado é aquele de acumulação fluviomarinha (Afm). A partir do km 24+500 até o km 27+800, o lado direito da rodovia é dominado pelo modelado de dissecação homogênea do tipo Dm2, já no lado esquerdo prevalece ainda o modelado de acumulação fluviomarinha. Nesse segmento. Em ambos os segmentos os modelados estão associados, geologicamente, principalmente às litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.4.2.8 Segmento km 27+800 a 30+100 – Depósitos Colúvio-Aluvionares e Formação Campo Alegre – Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm) e Modelado de Dissecação Homogênea (Dm2)

Nesse segmento, do lado direito da rodovia ocorre predominância dos modelados de dissecação do tipo Dm2, associados, geologicamente, principalmente

às rochas da Formação Campo Alegre, aparecendo também, ao final do segmento, as rochas da Formação Gaspar. Já do lado esquerdo predominam os modelados do tipo de acumulação fluviomarinha, associados às litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.4.2.9 Segmento km 30+100 a 32+000 – Depósitos Colúvio-Aluvionares e Formação Gaspar – Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm) e Modelado de Dissecação Homogênea (Dm2)

Nesse segmento, até o km 31+000, do lado direito da rodovia ocorre predominância dos modelados de dissecação do tipo Dm2 e do lado esquerdo predominam os modelados do tipo de acumulação fluviomarinha. A partir do km 31+000 ocorre, em ambos os lados da via, somente o último modelado (Afm).

Geologicamente, ambos os tipos de modelados estão associados tanto às rochas da Formação Gaspar (compostas litologicamente por rochas de granulometria mais grossa, como arcóseo e conglomerado), quanto às litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.4.2.10 Segmento km 32+000 a 32+500 – Depósitos Colúvio-Aluvionares – Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm)

Nesse segmento ocorre predominância do Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm). Geologicamente, o mesmo está associado às litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.4.2.11 Segmento km 32+500 a 33+900 – Depósitos Colúvio-Aluvionares e Formação Gaspar – Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm) e Modelado de Dissecação Homogênea (Dm2)

Nesse segmento ocorre, até o km 33+200, predominância do Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm). Após esse quilômetro, no lado direito da via, também aparece uma estreita faixa da forma de modelado de dissecação homogênea do tipo Dm2.

Geologicamente, o Dm2 está associado à Formação Gaspar. Já o Afm também associa-se a essa formação, percebendo-se também no lado esquerdo da via, as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.4.2.12 Segmento km 33+900 a 35+450 – Depósitos Colúvio-Aluvionares e Formação Campo Alegre – Modelados de Acumulação Fluviomarinha (Afm) e Fluvial (Af) e Modelado de Dissecação Homogênea (Dm2)

Nesse segmento, do lado direito da rodovia ocorre predominância do Modelado de Dissecação Homogênea (Dm2), percebendo-se também o Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm). Geologicamente, esses modelados estão associados à Formação Campo Alegre e aos Depósitos Colúvio-Aluvionares

Do lado esquerdo da rodovia ocorre predominância do Modelado de Acumulação Fluvial (Af), percebendo-se também o Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm). Geologicamente, esses modelados estão associados aos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.4.2.13 Segmento km 35+450 a 36+750 – Depósitos Colúvio-Aluvionares – Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm) e Fluvial (Af)

Nesse trecho predomina o Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm), porém ocorre, no intervalo entre os quilômetros 35+450 a 36+100, lado esquerdo da via, uma faixa estreita com a forma de Modelado de Acumulação Fluvial (Af). Geologicamente predominam os Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.4.2.14 Segmento km 36+750 a 40+700 – Formação Campo Alegre e Depósitos Colúvio-Aluvionares – Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm)

Nesse trecho predomina o Modelado de Acumulação Fluviomarinha (Afm), havendo também um contato com o Modelado de Dissecação Homogênea do tipo Dm2, a partir do km 40+450, no lado direito da via. Geologicamente ocorrem rochas da Formação Campo Alegre contatando com as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.4.2.15 Segmento km 40+700 a 41+800 – Depósitos Colúvio-Aluvionares – Modelado de Dissecação Homogênea (Dm2)

No trecho correspondente aos quilômetros acima citados compreende como domínios estruturais os Embasamentos em Estilo Complexos com Modelado de Dissecação Homogênea de densidade média e profundidade 2 (Dm2). Geologicamente predominam as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.4.2.16 Segmento km 41+800 a 43+300 – Depósitos Colúvio-Aluvionares e Formação Gaspar – Modelado de Dissecação Homogênea (Dm2)

Nesse trecho ocorre, predominantemente, o Modelado de Dissecação Homogênea de densidade média e profundidade 2 (Dm2), percebendo-se também, a partir do km 43+250, uma estreita faixa ao lado direito da rodovia do Modelado de Dissecação Diferencial de profundidade 1 (D1). Geologicamente está situado sobre as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares e a Formação Gaspar, sendo que a primeira unidade prevalece no lado esquerdo da via e a segunda no direito.

5.1.4.2.17 Segmento km 43+300 a 47+800 – Depósitos Colúvio-Aluvionares, Formação Gaspar e Complexo Granulítico Santa Catarina – Modelados de Dissecação Homogênea (Dm2) e Diferencial (D1)

No trecho correspondente aos quilômetros acima citados compreende como domínios estruturais os Embasamentos em Estilo Complexos compostos, principalmente, pelo Modelado de Dissecação Homogênea do tipo Dm2. Ocorre também, até o km 44+800, do lado direito da rodovia, uma faixa do Modelado de Dissecação Diferencial do tipo D1. Geologicamente está situado sobre as litologias do do Complexo Granulítico Santa Catarina, Formação Gaspar e Depósitos Colúvio-Aluvionares.

5.1.4.2.18 Segmento km 47+800 a 74+000 – Complexo Granulítico Santa Catarina e Depósitos Colúvio-Aluvionares – Modelados de Dissecação Homogênea (Dm1, Dm2 e Dg1) e Diferencial (D2) e Modelado de Acumulação Fluvial (Af)

Nesse segmento há o predomínio dos modelados de dissecação (Dm1, Dm2, Dg1 e D2), havendo também uma região extensa sob o predomínio do Modelado de Acumulação Fluvial. Dessa forma, o Modelado de Dissecação Homogênea com densidade média ocorre, na profundidade 1 (Dm1), aproximadamente entre os quilômetros 68+450 e 73+200. Já na profundidade 2 (Dm2) esse modelado ocorre dos quilômetros 47+800 a 51+400, 56+700 a 61+800 e 67+900 a 68+100. Esse mesmo modelado com densidade grave ocorre, na profundidade 1, dos quilômetros 51+400 a 59+000 e 65+900 a 67+000. Finalmente, o Modelado de Acumulação Fluvial (Af) ocorre entre os quilômetros 59+700 a 69+150. Como percebe-se pela quilometragem indicada, há vários segmentos com mais de um tipo de modelado.

Geologicamente, nesse segmento ora ocorrem somente as rochas do Complexo Granulítico Santa Catarina, ora somente as litologias dos Depósitos Colúvio-Aluvionares, ora ambas estão em contato.

5.1.5 Solos

O estudo do trecho Navegantes – Divisa SC/RS tem início no km 0+000 (igualdade km 2+000 da rodovia) identificando-se, ao longo do trecho analisado, a pedologia descrita a seguir.

Com relação as classes de solos, percebeu-se que a classe textural Solos Aluviais (Aa2) ocupa 0,54% do trecho analisado; a classe Areias Quartzosas Marinhas (AMa2) ocupa 2,50%; a classe Glei Pouco Húmico ocupa 46,44%; a classe Podzólico Vermelho-Amarelo (PVa) ocupa 22,50%; a classe Cambissolo (Ca32) ocupa 4,89%; a classe Solos Litólicos ocupa 11,19% e a classe Cambissolo Gleico ocupa 2,16% da área total do trecho. O trecho analisado também é ocupado com áreas de drenagem dupla (rio Itajaí-Açu) em 8,09% e com áreas urbanas em 1,69%.

Ressalta-se que esse percentual de ocorrência dos solos é relativo ao segmento total da rodovia, sendo que foi considerada uma faixa de 500 metros ao

norte do eixo da rodovia e a área entre o eixo da rodovia e o rio Itajaí-Açu, inclusive o rio, ao sul.

5.1.5.1 Descrição das classes de solo

Para a realização desse estudo foi utilizado como base o Mapa Pedológico do Estado de Santa Catarina na escala de 1:250.000, com o *datum South American Datum* (SAD 1969), UTM Zona 22S como referência, cuja base utilizada é a Embrapa Solos 2002.

Através desse mapa e de acordo com o traçado da rodovia BR-470, os solos solicitados mecanicamente foram divididos nas seguintes unidades:

- Areias Quartzosas Marinhas;
- Gleis;
- Podzólicos Vermelho-Amarelos;
- Litólicos;
- Cambissolos.

5.1.5.1.1 Areias Quartzosas Marinhas – Unidade AMa2

Esse tipo de solo ocorre em relevo plano ou suave ondulado, apresenta textura arenosa ao longo do perfil e cor amarelada uniforme abaixo do horizonte A, que é ligeiramente escuro.

Considerando-se o relevo de ocorrência, o processo erosivo não é alto, porém, deve-se precaver com a erosão, pois a textura é essencialmente arenosa. Por ser solo profundo, não existe limitação física para o desenvolvimento radicular em profundidade.

O caráter álico, ou distrófico, limita o desenvolvimento radicular em profundidade, que é ainda mais limitado devido à reduzida quantidade de água disponível (textura essencialmente arenosa). Os teores de matéria orgânica, fósforo e micronutrientes são muito baixos. A lixiviação de nitrato é intensa também devido à textura essencialmente arenosa.

Na localidade de estudo, esse tipo de solo apresenta um horizonte A álico, moderado e proeminente. Esses solos são típicos de floresta Tropical e restinga que

surgem em relevo plano e, na localidade, ocorre próximo ao mar. Apresentam uma condição de drenagem elevada e podem estar associados a Podzóis Hidromórficos.

5.1.5.1.2 Gleis Distróficos – Unidades HGPd1, HGPd3, HGPd5, HGPd7 e HGPd8

Esses solos ocorrem normalmente em relevo plano de várzea. Apresentam horizonte A de cor clara ou escura (se for escuro será pouco espesso). Abaixo do horizonte A ocorre uma camada acinzentada com ou sem mosqueado ou variegado e apresentam baixo teor de fósforo natural.

Se for eutrófico, as condições para o enraizamento em profundidade serão bastante adequadas.

Se o solo for álico ou distrófico, haverá limitação em subsuperfície para o desenvolvimento do sistema radicular. Devido ao nível elevado do lençol freático, há necessidade de ser executada a drenagem do solo.

Caso esse solo apresente o caráter tiomórfico, recomenda-se não drená-lo. Isto porque em condições naturais a acidez é reduzida (pH em água próximo a 7,0), e quando drenado torna-se extremamente ácido (pH em água próximo de 3,5).

O aproveitamento agrícola do solo é dificultado se o risco de inundação for frequente, ou muito frequente.

Na localidade, esses solos são denominados de Glei Pouco Húmico com horizonte A distrófico e apresentam uma coloração cinzenta ou cinzenta escura, com possíveis pontuações de cores ocres, avermelhadas ou amareladas. A atividade da argila (capacidade de troca catiônica) é baixa para a unidade HGPd1, alta para HGPd3 e variando entre baixa e alta nas unidades HGPd5, HGPd7 e HGPd8. Nesses solos surgem florestas Tropicais Perenifólia de várzea em relevo plano. A textura desses solos é, normalmente, argilosa e sua drenagem varia de mal a muito mal.

5.1.5.1.3 Cambissolo Álico – Unidade Ca32

Esse tipo de solo ocorre geralmente em relevo predominantemente ondulado, forte ondulado ou montanhoso e geralmente não é profundo. É comum ocorrer também em terraços de rios ou riachos. O teor de argila é semelhante entre

os horizontes A e B, sendo que a textura pode ser média, argilosa ou muito argilosa. É identificado no campo pela presença de mica na massa do solo e pela sensação de sedosidade na textura, devido ao silte.

Caso esse solo seja eutrófico, haverá condições adequadas para o enraizamento em profundidade.

Caso ocorra o caráter distrófico ou álico haverá limitação ao desenvolvimento do sistema radicular em profundidade, que pode ser prejudicado também pela presença de rochas duras. A mecanização agrícola é dificultada se o relevo for movimentado. A compactação do solo também constitui limitação, especialmente se o teor de silte for alto.

Na localidade, essa unidade compreende os Cambissolos com baixa capacidade de troca de cátions (atividade baixa da argila) e textura argilosa, sendo o horizonte A moderado e álico. Esse tipo de solo se desenvolve em relevo montanhoso e a vegetação típica que ocorre em sua superfície é a floresta Tropical Perenifólia. Sua coloração predominante é bruno avermelhado, podendo variar de bruno avermelhado escuro à bruno amarelado. Essa unidade de solo pode encontrar-se associada a solos do tipo Cambissolo Háplico e Litólico, a sua condição de drenagem, normalmente, é considerada moderada.

5.1.5.1.4 Podzólicos Vermelho-Amarelos Álicos – Unidades Pva1, Pva7, Pva12 e Pva13

Esses solos geralmente ocorrem em relevo ondulado ou forte ondulado e apresentam coloração amarelada ou vermelho amarelada no horizonte B, o qual, em geral, apresenta maior teor de argila do que o horizonte A.

Normalmente apresentam cerosidade, especialmente se a textura for argilosa ou muito argilosa.

Se esse solo for eutrófico, há condições favoráveis para o enraizamento ao longo do perfil. Outro aspecto favorável ao enraizamento ocorre por ser solo normalmente profundo.

Os aspectos da paisagem e do próprio solo contribuem para que o processo erosivo se constitua no fator dos mais limitantes, pois o relevo é geralmente movimentado e o solo apresenta gradiente textural (média do teor de argila do

horizonte B dividido pela média do teor de argila do horizonte A) em geral alto, especialmente se ocorrer o caráter abrupto, ou seja, se o teor de argila do horizonte B for muito maior do que no horizonte A na região de contato entre esses horizontes.

Se for álico ou distrófico, há baixo potencial nutricional no horizonte B. Geralmente apresenta um baixo teor de água disponível às plantas se a textura do horizonte A for arenosa.

Esse tipo de solo está sujeito a compactação pelas máquinas agrícolas se o horizonte A for especialmente de textura média ou mais argilosa.

Na localidade de estudo, os Podzólicos Vermelho-Amarelos apresentam horizonte A álico moderado, baixa atividade da argila e sua textura é argilosa.

Esse tipo de solo se desenvolve em relevo ondulado a forte ondulado e a vegetação típica que ocorre em sua superfície é a floresta Tropical Perenifólia. Apresentam-se moderadamente drenados e sua coloração predominante é vermelho amarelado.

Devido à escala do mapa trabalhado, pode-se encontrar esse tipo de solo associado aos Cambissolos.

5.1.5.1.5 Solo Litólico – Unidade Ra2

Esse tipo de solo normalmente ocorre em relevo ondulado ou muito movimentado. É considerado um solo raso, pois a soma dos horizontes A-C-R ou do horizonte A sobre a rocha, geralmente não ultrapassa 50 centímetros. Apresenta baixos teores de fósforo em condições naturais.

Caso esse solo seja eutrófico, haverá condições adequadas para o crescimento vegetal, desde que a rocha não seja muito dura.

Nessa unidade de solo o risco de erosão é muito grande devido não só a sua pequena profundidade, que limita a infiltração de água, mas também ao declive acentuado. Caso seja distrófico ou álico, o potencial nutricional será limitado.

Na área solicitada pela rodovia BR-470, esse tipo de solo apresenta textura argilosa com um horizonte A moderado.

Esse tipo de solo se desenvolve em relevo montanhoso e a vegetação típica que ocorre em sua superfície é a floresta Tropical/Subtropical Perenifólia.

A drenagem dessa unidade é classificada como moderada, porém pode variar de acordo com as fraturas da rocha de origem, uma vez que encontram-se próximas da superfície.

A coloração desses varia de bruno a preto e podem encontrar-se associados a Cambissolos álicos.

5.1.6 Recursos hídricos

Para elaborar o diagnóstico dos recursos hídricos da área de influência direta foi efetuado um levantamento de dados através de investigações diretas, como visitas em campo, e indiretas, como coletas de dados e informações.

O Estado de Santa Catarina está dividido em 10 regiões hidrográficas, conforme cita a Lei n° 10.949, de 09 de novembro de 1998. A área em estudo faz parte da região hidrográfica do Vale do Itajaí (RH 7), compreendendo uma área de drenagem de 15.000,00 km²; o que corresponde a 1,6% da área do Estado. Essa região é composta apenas pela bacia hidrográfica do rio Itajaí, sendo dividida em sete sub-bacias: sub-bacia hidrográfica Itajaí do Norte (3.315,00 km²); sub-bacia hidrográfica Benedito (1.398,00 km²); sub-bacia hidrográfica Luiz Alves (583,00 km²); sub-bacia hidrográfica Itajaí-Açu (2.794,00 km²); sub-bacia hidrográfica Itajaí-Mirim (1.673 km²); sub-bacia hidrográfica Itajaí do Sul (2.309 km²); sub-bacia hidrográfica Itajaí do Oeste (2.928 km²).

Possui 51 municípios, sendo que em termos de população total residente, número de indústrias, entre outros aspectos, a RH7 é a região mais expressiva do Estado. Com uma população que ultrapassa atualmente a casa de 1 milhão de habitantes, o Vale do Itajaí caracteriza-se pela crescente concentração urbano-industrial. Contudo, a área rural ocupa ainda um considerável espaço, pois a população rural representa cerca de 25% da total (SANTA CATARINA, 1997).

A área de bacia abrange três associações intermunicipais, sendo elas: Associação dos Municípios do Médio Vale do Itajaí (AMMVI); Associação dos Municípios do Alto Vale do Itajaí (AMAVI) e Associação dos Municípios da Foz do Rio Itajaí (AMFRI).

O relevo é bastante diversificado, predominando, no entanto, o montanhoso e o forte ondulado. Junto à planície costeira localiza-se 30% da área da bacia, onde o relevo é plano e suavemente ondulado. A área coberta com vegetação primária e secundária é de aproximadamente 50%, o que representa um bom índice frente às demais regiões. A área reflorestada, no entanto, não vai além de 5%. A produção industrial predomina como atividade econômica, destacando-se a área têxtil. No entanto, a participação da agricultura é expressiva, principalmente na produção de arroz, fumo, cebola, suínos e leite. Merece também destaque a atividade pesqueira aí desenvolvida.

De acordo com estudo realizado pela Secretaria do Desenvolvimento Sustentável (SDS) (SANTA CATARINA, 2005), no que diz respeito à disponibilidade de água, a situação da região já apresenta indícios de déficit em algumas partes da bacia. Na sub-bacia do rio Itajaí do Oeste, onde se localiza o município de Taió, por exemplo, a situação é preocupante, sendo crítica no rio Itajaí-Mirim e na confluência dos rios Itajaí do Sul e Itajaí do Oeste, que envolvem as cidades de Itajaí e Rio do Sul, respectivamente. A ocorrência de enchentes periódicas tem sido, no entanto, o maior problema dessa bacia. As consequências sociais e econômicas desse fenômeno fizeram com que a região do Vale do Itajaí montasse a melhor estrutura para fazer frente a esse problema. Com relação à qualidade dos recursos hídricos, a situação pode ser considerada como crítica, principalmente pelo elevado volume de lançamento de efluentes industriais e despejos de esgotos domésticos, sem tratamento, na rede hidrográfica de praticamente toda a região. Nas áreas rurais a situação é séria, em consequência do uso intenso de agrotóxicos, dos dejetos de suínos e do assoreamento dos rios proveniente da elevada erosão do solo.

5.1.6.1 Caracterização dos recursos hídricos das áreas de influência

A seguir apresenta-se a caracterização dos principais recursos hídricos existentes nas áreas de influência. O seguinte estudo foi elaborado de forma abrangente na área de influência indireta, tornando-se mais detalhado na área de influência direta. A divisão efetuada para este estudo levou em consideração as sub-

bacias hidrográficas da região, sendo assim, as microbacias foram agrupadas conforme a sub-bacia pertencente.

5.1.6.1.1 Microbacias do rio Benedito

As microbacias que pertencem a sub-bacia hidrográfica Benedito são a do Arroio Arapongas e do Ribeirão Pomeiranos. Abrangem parte dos municípios de Rio dos Cedros, Rodeio, Timbó e Indaial. Ao todo somam uma área de drenagem de aproximadamente 76,34 km².

Cabe ressaltar que no município de Rio dos Cedros existem duas pequenas centrais hidrelétricas (PCH): a PCH Palmeiras e a PCH Cedros. A primeira possui área patrimonial de 6.150.411,08 m², uma potência instalada de 24,40 MW e possui três reservatórios, totalizando uma área de 3,98 km². A segunda possui área patrimonial de 10.977.151,49 m², uma potência instalada de 8,40 MW e possui dois reservatórios, totalizando uma área de 2,76 km².

Os recursos hídricos dessa microbacias apresentam significativas alterações em sua configuração, bem como na qualidade físico-química e biológica de suas águas. De maneira geral, essas alterações consistem na extração de areia, retificação, canalização e tubulação dos cursos d'água, ocupação das margens dos rios, ocupação das encostas e remoção da mata ciliar. As consequências dessas alterações, segundo o Comitê do Itajaí (2006), são percebidas pela diminuição do nível do rio nos últimos 10 anos, pelas enxurradas enchentes, pelas nascentes e/ou ribeirões que secaram e pela pela poluição dos cursos d'água por efluentes domésticos, dejetos animais e agrotóxicos.

Ainda em tempo, conforme Santa Catarina (1997), a degradação da qualidade ambiental das águas é proveniente dos agrotóxicos utilizados nas lavouras – sendo a rizicultura o cultivo mais expressivo – e dos efluentes urbanos-industriais.

Os levantamentos realizados em campo na AID demostraram que os fatos supracitados são uma realidade visualmente perceptível pelo uso e cobertura da terra, sendo que as áreas de preservação permanente – estabelecidas pelo Artº 2 da Lei Federal n° 4.771, de 15 de setembro de 1965 – não são respeitadas em sua

íntegra, fato evidenciado pela ocupação dessas áreas por industrias, comércios, atividades agrícolas e áreas residenciais.

As figuras do mosaico a seguir demostram o porte e a expressividade do rio Benedito na região e o uso e cobertura do seu entorno na área urbana de Indaial, ponto na qual a rodovia federal BR-470 intercepta o rio. Também demostram o lançamento de efluente nos afluentes do rio Benedito e a retificação e canalização dos cursos d'água.

Figura 5.52 - Área de influência direta da sub-bacia do rio Benedito.
Fonte: Prosul

5.1.6.1.2 Microbacias do rio Luiz Alves

As microbacias que pertencem a sub-bacia hidrográfica do rio Luiz Alves são: Ribeirão do Baú; Córrego Fruteira; Córrego Leiteiro; Córrego das Caeiras e Barranco Alto. Englobam parte dos municípios de Luiz Alves e Ilhota, Têm uma área de drenagem de aproximadamente 132,35 km². O rio Luiz Alves apresenta sua configuração original modificada pelas extensas áreas de rizicultura. Entre as coordenadas geográficas UTM (*Datum* SAD 69): x = 722141, y = 7037531 e x = 719700, y = 7025904 esse rio apresenta um trecho de aproximadamente 16

quilômetros de curso retificado, sendo utilizado como o principal recurso hídrico para a irrigação dos arrozais da sub-bacia em questão.

Devido ao sistema de cultivo de arroz ser o pré-germinado – em que a irrigação é feita pelo método de inundação ou alagamento – inúmeros canais de irrigação foram construídos, fato que ocasionou uma mudança significativa na dinâmica hídrica da região. De maneira geral, as alterações nos recursos hídricos dessa sub-bacia consistem na extração de areia, retificação, canalização e tubulação dos cursos d'água, ocupação das margens dos rios, ocupação das encostas e remoção da mata ciliar. As consequências dessas alterações, segundo o Comitê do Itajaí (2006), são percebidas pelo assoreamento do rio, erosão acentuada, pelo lixo depositado na margem do rio e pela poluição dos cursos d'água por efluentes domésticos, dejetos animais e agrotóxicos.

Conforme o levantamento em campo na AID, percebeu-se que o uso e cobertura da terra era de extensas áreas de rizicultura e de pecuária extensiva. Essas atividades impactam os recursos hídricos pelo assoreamento do rio, erosão acentuada e pela poluição dos cursos d'água. Nesse contexto, as áreas de preservação permanente, estabelecidas pelo Artº 2 da Lei Federal n° 4.771, de 15 de setembro de 1965, não são respeitadas em sua íntegra, uma vez que tais áreas tiveram suas matas ciliares suprimidas e destinadas a atividades econômicas.

O mosaico de figuras a seguir demostra o rio Luiz Alves e região na qual o mesmo foi retificado pelas áreas de rizicultura e pelas áreas de pecuária extensiva.

Figura 5.53 - Área de influência direta da sub-bacia do rio Luiz Alves.
Fonte: Prosul

5.1.6.1.3 Microbacias do rio Itajaí-Açu

As microbacias que pertencem a sub-bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu são: Belchior Baixo; Canal da Lagoa; Córrego do Sertão; Córrego Itapume; Córrego Itoupavazinha; Córrego Lorenz e Córrego Zoz; Córrego das Pedras; Córrego Saltinho; Córrego Santiago; Encano do Norte; Fazenda Hering; Ilha da Bela Vista; Iha Knaesel e Ilha Zimlich; Margem Direita do Rio Itajaí-Açu; Poço Grande; Ponta Aguda; Porto Arraial; Ribeirão Belchior; Ribeirão Braço Serafim; Ribeirão Branco; Ribeirão Carolina; Ribeirão Chelter; Ribeirão da Mulde; Ribeirão do Arraial; Ribeirão Estradinha; Ribeirão Fidelis; Ribeirão Fortaleza; Ribeirão Gravata; Ribeirão Kellmann; Ribeirão Pocinho; Rio Itoupava do Norte; Rio Salto do Norte; e Testo Salto. Essas 33 microbacias englobam parte dos municípios de Gaspar, Pomerode, Rio dos Cedros, Indaial, Blumenau, Navegantes, Penha, Balneário de Piçarras, Rodeio, Timbó e Ilhota. Apresentam juntas uma área de drenagem de aproximadamente 766,38 km².

Segundo o Comitê do Itajaí (2006) "[...] o principal problema ambiental relativo a água enfrentado na região é a água poluída por esgoto e/ou dejetos

animais, seguido por erosão acentuada, lixo depositado nas margens dos rios, assoreamento do rio e a contaminação por agrotóxicos."

Esse fato está relacionado com o expressivo processo de urbanização de grande parte dos municípios integrantes dessa sub-bacia. Nesse contexto se destacam: Blumenau; Gaspar; Indaial; Timbó; Brusque; Pomerode; Navegantes e Itajaí.

De maneira geral, existem sérios conflitos no uso e cobertura da terra na sub-bacia em questão. As áreas de preservação permanente, estabelecidas pelo Artº 2 da Lei Federal n° 4.771, de 15 de setembro de 1965, não são respeitadas em sua íntegra, fato relacionado pela dinâmica de ocupação e crescimento urbano dos municípios integrantes dessa região.

No município de Navegantes os recursos hídricos se apresentam com significativas alterações de seu traçado original. As obras de retificação, canalização e aberturas de canais para irrigação são os principais agentes modificadores.

Nas proximidades das comunidades lindeiras a rodovia federal BR-470 a degradação da qualidade ambiental das águas é visualmente percebida. Na figura 5.54 pode-se observar a eutrofização desses cursos d'água pelo despejo de efluentes domésticos e pela deposição de resíduos sólidos urbanos.

Figura 5.54 - Área urbana de Navegantes, lindeira a BR-470.

Fonte: Prosul

Nos municípios de Ilhota e Gaspar, os recursos hídricos da área de estudo se apresentam alterados pela retificação, canalização e aberturas de canais para a irrigação da rizicultura. Como a maior área de seus municípios é rural, constituindo-se de pequenos centros urbanos, a degradação de seus recursos hídricos se dá pelo uso de agrotóxico na lavoura e pelo despejo de efluentes agroindustriais.

Figura 5.55 - Região entre Ilhota e Gaspar pertencentes a sub-bacia do rio Itajaí-Açu.
Fonte: Prosul

No município de Blumenau os recursos hídricos, como nos municípios supracitados, estão significativamente alterados, desde seu traçado até as suas propriedades físico-químicas e biológicas. Esses fatos são gerados pelos conflitos de uso e cobertura da terra no município e pelo despejo de efluentes domésticos e industriais nos corpos hídricos.

Figura 5.56 - Região urbana de Blumenau.
Fonte: Prosul

Na página 35 do Volume II – Mapeamento Temático, Tomo I, apresenta-se o Mapa do Sistema Hidrográfico das Áreas de Influência do empreendimento.

5.1.6.2 Caracterização do regime hidrológico das bacias hidrográficas na AID

O estudo hidrológico tem como objetivo principal fornecer as informações necessárias ao dimensionamento/verificação das obras de drenagem e as obras de arte corrente utilizadas no projeto.

A seguir, descreve-se a pesquisa realizada para se obter uma fonte confiável a ser utilizada como bibliografia de equação geral de chuvas intensas para a região em análise. Após a seleção das equações que mais se aproximam do traçado da rodovia BR-470, houve um trabalho para delimitação das bacias hidrográficas que interceptam o traçado a fim de obter as vazões dos cursos d'água existentes, bem como apresentar as intervenções previstas para cada trecho.

Nas páginas 37 e 39 do Volume II – Mapeamento Temático apresentam-se, respectivamente, o Mapa de Bacias Hidrográficas e o Mapa de Travessias de Corpos D'Água, que interceptam o eixo da BR-470. → localização ? coord/ utilizar

5.1.6.2.1 Coleta de dados

Para esse estudo a consultoria utilizou os seguintes dados:

- cartas digitais do IBGE - Escala 1:50.000;
- imagem de satélite do *Google Earth*;
- dados pluviométricos das estações apresentadas no item 5.1.2 – Clima.

5.1.6.2.2 Determinação das curvas de Intensidade – duração – frequência

Para determinação das curvas de intensidade – duração – frequência utilizou-se o método de Ven Te Chow e de Taborga Torrico.

Ven Te Chow demonstrou que a maioria das funções de frequência hidrológica pode ser calculada com a seguinte equação:

$$H = \overline{X} + KS$$

Onde:

- H = altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;
- $\overline{X}$ = média aritmética das chuvas máximas anuais;
- K = fator de frequência em função do período de recorrência e do número de eventos;
- S = desvio padrão de amostra;
- n = número de anos considerados.

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma\left(X - \overline{X}\right)^2}{n-1}} \qquad \overline{X} = \frac{\Sigma X}{n}$$

Os valores de K (fator de frequência) são obtidos segundo a distribuição da Lei de Gumbel e apresentados no Anexo 13.5 (Dados Hidrológicos).

Aplicando a "teoria dos extremos das amostras ocasionais" na série histórica da estação pluviométrica escolhida, pode-se definir a altura pluviométrica máxima diária para o período de recorrência desejado.

Para transformar as alturas pluviométricas máximas diárias em alturas pluviométricas horárias, aplica-se o método do Engenheiro Taborga Torrico. Segundo o método de Taborga, as alturas pluviométricas para 24 horas guardam uma relação constante e independente do período de retorno, de 1,095 com a altura pluviométrica máxima diária. As alturas de 1 e 0,1 hora podem ser identificadas nas isozonas de características iguais, definidas por Taborga. Assim, relação entre a altura pluviométrica máxima diária e a precipitação horária e de 0,1 hora aparece na tabela das isozonas do Anexo 13.5 (Dados Hidrológicos).

Aplicando a "teoria dos extremos das amostras ocasionais" na série histórica de cada estação pluviométrica escolhida, pode-se definir a altura pluviométrica máxima diária para o período de recorrência desejado.

Com os resultados pode-se montar a equação que permite calcular as alturas de chuva em função do tempo de recorrência e duração do evento.

Os valores de K (fator de frequência) são obtidos segundo a lei de Gumbel e estão apresentados no Anexo 13.5 (Dados Hidrológicos). Com esses valores corrige-se a altura de precipitação para cada tempo de recorrência respectivo e obtém-se os valores de precipitação máxima diária.

Na sequência, utiliza-se o método de Taborga Torrico, que consiste em transformar os valores conhecidos das chuvas máximas de um dia em chuvas de 24 horas e dessas para chuvas de uma hora e chuvas de 6 minutos de duração. Esses valores de transformação foram obtidos no Mapa de Isozonas, apresentado ao final desse EIA, no Anexo 13.5 (Dados Hidrológicos).

Localizado o trecho em questão no Mapa de Isozonas observa-se que ele pertence a Zona "C" com os respectivos valores de transformação para as chuvas de 24 horas, 1 hora e 0,1 hora (6 min). Com esses dados pode-se construir as curvas de altura de chuva - duração - tempo de recorrência dadas por:

$$H = (t, T)$$

E dessas pode-se obter as curvas de intensidade - duração - frequência:

$$i = (t, T)$$

Onde:

- H = altura de precipitação, em mm;
- t = tempo de duração da chuva, em minutos;
- T = tempo de recorrência, em anos;
- i = intensidade de precipitação, mm/h.

5.1.6.2.3 Cálculo da equação geral de chuvas intensas

Obtidas as curvas de intensidade e precipitação pode-se calcular a forma geral da equação de chuvas intensas, que relaciona os três aspectos intensidade - duração - frequência. A intensidade da precipitação de projeto é obtida a partir da equação para cada período de retorno escolhido e duração da chuva, que dependendo do caso, equivale ao tempo de concentração da bacia.

A equação geral é estabelecida a partir da análise de frequência de chuvas intensas registradas em pluviogramas para uma amostra histórica suficientemente longa. A utilização de uma equação de chuvas intensas para um local diferente daquele para a qual ela foi obtida e validada deve ser feita com muito critério.

A equação geral é representada da seguinte forma:

$$i = \frac{K \cdot T^m}{(t+b)^n} \text{ ou } i = \frac{C}{(t+b)^n}$$

Onde:

- i = intensidade média máxima de chuva, em mm/h;
- T = período de retorno, em anos;
- t = duração da chuva (tempo de concentração da bacia), em minutos;
- K, m, b, n = parâmetros da equação determinados para o local analisado.

Para se obter os parâmetros da equação de chuvas intensas utilizou-se o seguinte procedimento:

- análise dos pluviogramas diários, identificando-se as intensidades para diversas durações e para cada chuva. O intervalo de tempo mínimo, ou duração mínima, foi de 6 minutos (tempo mínimo utilizado posteriormente nas

obras dos projetos de drenagem). As intensidades de precipitação foram obtidas para as durações de 6, 12, 18, 24, 30 e 60 minutos e para as durações de 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 e 24 horas;

- ajustamento por regressão linear entre intensidade, duração e frequência. Matematicamente, esse procedimento deve iniciar-se pela representação dos logaritmos de ambos os termos da equação de chuvas intensas:

$$\log i = \log K + m.\log T - n.\log(t+b) \qquad \text{ou} \qquad \log i = \log C - n.\log(t+b)$$

Dessa forma, tem-se:

$$Y = A + BX$$

$$Y = \log i; \quad A = \log C; \quad B = -n; \quad X = \log(t+b)$$

Para estimar o valor de *b*, pode-se realizar regressões entre a intensidade de chuva com dado período de retorno e os valores de *(t+b)* para diferentes valores de *b*, obtendo-se assim, por tentativa, o valor de b que resultar no maior valor de R^2 (proporção de variância).

Para a obtenção dos parâmetros *K* e *m*, pode-se utilizar a regressão linear por transformação fazendo:

$$C = KT^m$$

$$\log C = \log K + m \log T$$

$$Y = A + BX$$

$$Y = \log C; \quad A = \log K; \quad B = m; \quad X = \log T$$

Assim, tem-se a correlação das variáveis:

$$K = 10^m$$

$$m = B$$

Portanto, se houver *p* valores de *i*, *T* e *t*, pode-se relacioná-los da seguinte forma:

$$\begin{pmatrix} \log i_1 \\ \log i_2 \\ . \\ . \\ . \\ \log i_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \log T_1 & -\log(t_1+b) \\ 1 & \log T_2 & -\log(t_2+b) \\ . & . & . \\ . & . & . \\ . & . & . \\ 1 & \log T_p & -\log(t_p+b) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \log K \\ m \\ n \end{pmatrix}$$

Pelo método dos mínimos quadrados tem-se que:

$$\begin{pmatrix} \log K \\ m \\ n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p & \sum_{j=1}^{p} \log T_j & -\sum_{j=1}^{p} \log(t_j+b) \\ \sum_{j=1}^{p} \log T_j & \sum_{j=1}^{p} (\log T_j)^2 & -\sum_{j=1}^{p} \log T.\log(t_j+b) \\ -\sum_{j=1}^{p} \log(t_j+b) & -\sum_{j=1}^{p} \log T_j.\log(t_j+b) & \sum_{j=1}^{p} \left[\log(t_j+b)\right]^2 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^{p} \log i_j \\ \sum_{j=1}^{p} \log i_j.\log T_j \\ -\sum_{j=1}^{p} \log i_j.\log(t_p+b) \end{pmatrix}$$

Entretanto, os valores de *K, m* e *n* são dependentes de *b*. Pode-se encontrar *b* a partir de uma quarta equação, que pode ser o coeficiente de correlação, ou seja:

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{j=1}^{p} \log i_j \quad \sum_{j=1}^{p} \log i_j.\ln T_j \quad -\sum_{j=1}^{p} \log i_j.\log(t_p+b)\right] \begin{pmatrix} p & \sum_{j=1}^{p} \log T_j & -\sum_{j=1}^{p} \log(t_j+b) \\ \sum_{j=1}^{p} \log T_j & \sum_{j=1}^{p} (\log T_j)^2 & -\sum_{j=1}^{p} \log T.\log(t_j+b) \\ -\sum_{j=1}^{p} \log(t_j+b) & -\sum_{j=1}^{p} \log T_j.\log(t_j+b) & \sum_{j=1}^{p} \left[\log(t_j+b)\right]^2 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^{p} \log i_j \\ \sum_{j=1}^{p} \log i_j.\log T_j \\ -\sum_{j=1}^{p} \log i_j.\log(t_p+b) \end{pmatrix}}{\sum_{j=1}^{p} (\log i_j)^2}$$

O valor de *b* que deve ser adotado deve ser tal que o coeficiente de correlação R^2 seja máximo.

Para verificar a qualidade do ajuste, pode-se calcular o erro padrão (*Ep*) de estimativa para cada período de retorno, como:

$$Ep = \sqrt{\frac{\sum (lo - le)^2}{n}}$$

Onde:

- *Ep* = erro padrão (mm);
- *Io* = intensidade observada;
- *Ie* = intensidade estimada pela equação;
- *n* = número de intervalos considerados.

Para atender todas as exigências de pré-requisitos, nesse caso procura-se adotar as diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários do DNIT que determina tempo de recorrência (TR) de 10, 15, 25, 50 e 100 anos, para criar um procedimento único de elaboração do estudo hidrológico. Ajustando o *Ep e* obtendo valores de aproximadamente 5 unidades para cada TR respectivo, entende-se que o R^2 seja de no mínimo 95% (valor admissível).

Portanto, para a região de Navegantes (início do traçado) até Gaspar – bacias de 01 a 31, tem-se que:

- para *t* menor ou igual a 120 minutos:
  - utiliza-se a fórmula: $$i = \frac{641{,}6 \cdot T^{0{,}1723}}{(t+8{,}9)^{0{,}6869}}$$
  - utiliza-se os parâmetros: $$K = 641{,}6 \quad m = 0{,}1723 \quad b = 8{,}9 \quad n = 0{,}6869$$
  - a proporção de variância (R^2) para a equação gerada é de 99,19%.

- para *t* maior que 120 minutos e menor ou igual a 1.440 minutos:
  - utiliza-se a fórmula: $$i = \frac{1201{,}9 \cdot T^{0{,}1710}}{(t+24{,}4)^{0{,}8031}}$$

- utiliza-se os parâmetros:

$$K = 1201{,}9$$
$$m = 0{,}1710$$
$$b = 24{,}4$$
$$n = 0{,}8031$$

- a proporção de variância (R^2) para a equação gerada é de 99,51%.

Para obtenção de ambas as equações, foi utilizada uma série histórica de 71 anos, isto é, de 1927 a 1998.

Para a região de Gaspar até Blumenau – bacias de 32 a 45, tem-se:

– para *t* menor ou igual a 120 minutos:

- utiliza-se a fórmula:

$$i = \frac{655{,}3 \cdot T^{0{,}1764}}{(t + 8{,}1)^{0{,}6647}}$$

- utiliza-se os parâmetros:

$$K = 655{,}3$$
$$m = 0{,}1764$$
$$b = 8{,}1$$
$$n = 0{,}6647$$

- a proporção de variância (R^2) para a equação gerada é de 99,09%.

– para *t* maior que 120 minutos e menor ou igual a 1.440 minutos:

- utiliza-se a fórmula:

$$i = \frac{1246{,}9 \cdot T^{0{,}1764}}{(t + 22{,}3)^{0{,}7909}}$$

- utiliza-se os parâmetros:

$$K = 1246{,}9$$
$$m = 0{,}1764$$
$$b = 22{,}3$$
$$n = 0{,}7909$$

- a proporção de variância (R^2) para a equação gerada é de 99,49%.

Para obtenção de ambas as equações, foi utilizada uma série histórica de 57 anos, isto é, de 1941 a 1998.

Para a região de Indaial até o final do traçado – bacias de 46 a 61, tem-se:

– para *t* menor ou igual a 120 minutos:

- utiliza-se a fórmula: $$i = \frac{518{,}7 \cdot T^{0{,}1655}}{(t+8{,}1)^{0{,}6649}}$$
- utiliza-se os parâmetros: $K = 518{,}7$, $m = 0{,}1655$, $b = 8{,}1$, $n = 0{,}6649$
- a proporção de variância (R^2) para a equação gerada é de 99,23%.

– para *t* maior que 120 minutos e menor ou igual a 1.440 minutos:

- utiliza-se a fórmula: $$i = \frac{963{,}6 \cdot T^{0{,}1655}}{(t+21{,}1)^{0{,}7875}}$$
- utiliza-se os parâmetros: $K = 963{,}6$, $m = 0{,}1655$, $b = 21{,}1$, $n = 0{,}7875$
- a proporção de variância (R^2) para a equação gerada é de 99,60%.

Para obtenção de ambas as equações, foi utilizada uma série histórica de 63 anos, isto é, de 1935 a 1998.

Todas as equações supracitadas foram extraídas do Boletim Técnico n°123 da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri (BACK, 2002).

Ressalta-se que na instrução de serviço vigente, nas regiões em que se dispõem de dados pluviográficos representativos de chuvas de curta duração de uma estação meteorológica confiável, perto da rodovia em estudo, convém utilizá-los em substituição ao método de Taborga, confirmando o que foi realizado nesse estudo hidrológico.

Dessa maneira, para dar continuidade ao estudo hidrológico, determinou-se as vazões de projeto conforme cada metodologia apresentada a seguir.

5.1.6.2.4 Tempo de concentração

Para o cálculo do tempo de concentração das bacias utiliza-se a fórmula do Departamento Nacional de Obras de Saneamento – DNOS, dada pela seguinte expressão:

$$tc = \frac{10}{K} \times \left(\frac{A^{0,3} \times L^{0,2}}{I^{0,4}} \right)$$

Onde:

- tc = tempo de concentração, em minutos;
- K = coeficiente de caracterização da bacia;
- A = área da bacia de contribuição, em ha;
- L = comprimento do talvegue principal, em metros;
- I = declividade média do talvegue principal (%).

Os valores de K são obtidos na tabela 5.23, apresentada a seguir.

TABELA 5.23 - COEFICIENTE DE CARACTERIZAÇÃO DA BACIA K

CARACTERÍSTICAS	K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa, elevada absorção	2
Terreno argiloso coberto de vegetação absorção média apreciável	3
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção	5
Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção	5,5

Para as obras de drenagem superficial será tomado o tempo de concentração igual a 6 minutos, bem como para bueiros com o tempo de concentração inferior a esse valor.

5.1.6.2.5 Cálculo das vazões

Conforme as Instrução de Serviço do DNIT, as vazões de contribuição, para o dimensionamento das obras de arte correntes, são calculadas utilizando-se:

- o Método Racional para as bacias com área até 50 ha (0,5 km²);
- o Método Racional Modificado ou de Burkli-Ziegler para bacias com área entre 0,5 km² e 15 km² (entre 50 ha e 1.500 ha);
- o Método do Hidrograma Unitário Triangular – HUT nas bacias com área superiores a 15 km² (1.500 ha) e um tempo de recorrência de 50 e 100 anos.

5.1.6.2.6 Tempos de recorrência

Para esse projeto adotou-se, atendendo a Instrução de Serviço do DNIT, os seguintes tempos de recorrência:

- drenagem superficial: TR = 10 anos;
- bueiros tubulares:
  - como canal: TR = 15 anos;
  - como orifício: TR = 25 anos;
- bueiros celulares (galerias):
  - como canal: TR = 25 anos;
  - como orifício: TR = 50 anos;
- pontes: TR =100 anos.

5.1.6.2.7 Área mínima

Define-se como área mínima a porção bidimensional de solo a partir da qual qualquer área menor que essa não implicará na redução do diâmetro da tubulação mínima normalmente adotado, diâmetro esse que se mostra eficiente na manutenção das obras.

Portanto, a área mínima, é função do diâmetro mínimo estipulado para ser usado no projeto. Para esse caso, utilizou-se como diâmetro mínimo Ø 0,80 metros.

5.1.6.2.8 Coeficiente de deflúvio

Os valores do coeficiente de escoamento (deflúvio) "C" são obtidos na tabela apresentada no Anexo 13.5 (Dados Hidrológicos) e estruturada em função das características das bacias. Para cada bacia analisada, foi levado em consideração as diferentes coberturas de solo e sua respectiva utilização, de acordo com o "C" de áreas urbanas, suburbanas e rurais. Dessa maneira, chega-se a valores mais próximos da realidade, isto é, valores efetivos menores e, consequentemente, tempos de concentração maiores.

Com isso, o coeficiente de escoamento superficial para cada bacia, levando-se em conta as considerações supracitadas, é calculado ponderadamente em função da composição das áreas parciais, ou seja:

$$C = \frac{\sum Ci \times Ai}{\sum Ai}$$

Onde:

- C = coeficiente de escoamento superficial ponderado (adimensional);
- Ci = coeficiente de escoamento superficial da área parcial avaliado em função do uso e ocupação do solo (ver tabela do Anexo 13.5);
- Ai = área parcial em ha.

5.1.6.2.9 Declividade efetiva

A fim de contribuir-se ainda mais na precisão das variáveis utilizadas para se chegar ao valor real da vazão da bacia contribuinte, utiliza-se o cálculo da declividade efetiva, como é mostrado a seguir.

Quando a bacia tem pequena dimensão, a declividade efetiva tende a ter o mesmo valor que a declividade média, pois a curva hipsométrica do talvegue principal tende a ter uma homogeneidade nas curvas de nível; isto é, uma variação constante na distância entre uma curva e outra. Assim:

$$I = \left[\frac{L_T}{\frac{L_1}{\sqrt{I_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{I_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{I_3}} + \ldots + \frac{L_n}{\sqrt{I_n}}} \right]^2 = \left[\frac{Km}{Km} \right] \times 100 = I(\%)$$

Onde:

- L_T = comprimento total do talvegue principal (km);
- L_1, L_2, L_3, Ln = comprimentos parciais do talvegue principal (km);
- I1, I2, I3, In = declividades parciais (m/m).

5.1.6.2.10 Método Racional

O Método Racional é expresso por:

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

Onde:

- Q = vazão, em m³/s;
- C = coeficiente de escoamento ou deflúvio;
- i = intensidade de precipitação, em mm/h;
- A = área da bacia, em ha.

A seguir, a tabela 5.24 apresenta os resultados obtidos no cálculo de vazão pelo método Racional para TR=25 anos, TR=50 anos e TR=100 anos.

TABELA 5.24 - CÁLCULO DE VAZÃO SEGUNDO O MÉTODO RACIONAL - TR = 25, 50 E 100 ANOS

MÉTODO RACIONAL													
RODOVIA : BR – 470/SC													
TRECHO : NAVEGANTES – RODEIO													
BACIA Nº	ÁREA DA BACIA	DES-NÍVEL	TALVE-GUE	DECLI-VIDADE	K	C	t_c	i TR = 25	i TR = 50	i TR = 100	Q TR = 25	Q TR = 50	Q TR = 100
[-]	[ha]	[m]	[m]	[%]	[-]	[-]	[min]	[mm/h]	[mm/h]	[mm/h]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
02	36,52	9	615	1,46	3,50	0,35	26	97	110	124	3,46	3,90	4,39
07	19,95	88	334	26,35	3,00	0,30	7	167	188	212	2,78	3,13	3,53
08	17,71	50	267	18,73	3,50	0,32	6	175	197	222	2,75	3,10	3,49
10	32,58	104	833	5,08	3,00	0,30	18	116	131	148	3,16	3,56	4,01
11	29,18	93	590	7,89	3,50	0,33	12	138	156	176	3,70	4,17	4,70
36	27,61	40	437	4,58	4,00	0,46	12	157	178	201	5,55	6,27	7,09
37	21,58	35	164	21,34	3,00	0,32	6	199	225	254	3,82	4,32	4,88
46	22,29	30	526	3,11	3,50	0,39	16	107	119	134	2,57	2,88	3,24
48	14,42	27	402	4,08	4,50	0,55	9	134	150	168	2,95	3,31	3,71
49	16,45	25	401	3,28	4,50	0,53	10	129	144	162	3,12	3,50	3,92
50	36,35	5	513	0,97	4,00	0,48	25	86	97	108	4,18	4,69	5,26
53	18,52	20	354	5,65	3,50	0,36	11	124	139	156	2,30	2,58	2,90
54	28,45	20	572	3,50	4,00	0,44	14	113	127	142	3,92	4,40	4,93
61	48,01	160	584	27,40	3,50	0,32	8	139	156	175	5,94	6,67	7,48

5.1.6.2.11 Método Racional Modificado ou Burkli-Ziegler

Nesse método utiliza-se os mesmos procedimentos do Método Racional com um fator de redução das chuvas denominados "Coeficientes de Distribuição" definidos para projetos rodoviários por:

$$n = A^{(-0,10)}$$

Onde:

- n = coeficiente de distribuição;
- A = área da bacia, em km².

NOTA: Para o cálculo do "n de Burkli"; o mais comum desses fatores, normalmente utilizado em projetos rodoviários, é dado em seu expoente o valor de -0,10. Para obras urbanas, utiliza-se o coeficiente ainda mais redutor, tendo o valor em seu expoente de -0,15.

A seguir, a tabela 5.25 apresenta os resultados obtidos no cálculo de vazão pelo método Burkli-Ziegler para TR = 25 anos, TR = 50 anos e TR = 100 anos.

TABELA 5.25 - CÁLCULO DE VAZÃO SEGUNDO O MÉTODO RACIONAL MODIFICADO (BURKLI-ZIEGLER) - TR = 25, 50 E 100 ANOS

MÉTODO BURKLI – ZIEGLER														
RODOVIA : BR – 470/SC														
TRECHO : NAVEGANTES – RODEIO														
BACIA Nº	ÁREA DA BACIA	DES-NÍVEL	TALVE-GUE	DECLI-VIDADE	K	C	t_c	i TR = 25	i TR = 50	i TR = 100	n BURKLI	Q TR = 25	Q TR = 50	Q TR = 100
[-]	[ha]	[m]	[m]	[%]	[-]	[-]	[min]	[mm/h]	[mm/h]	[mm/h]	[-]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
01	1107,19	5	5.264	0,09	3,50	0,38	332	19	21	24	0,79	17,09	19,24	21,66
03	222,54	128	2.520	0,65	4,00	0,40	71	55	62	70	0,92	12,58	14,18	15,97
04	224,27	108	2.150	0,65	3,50	0,35	80	51	58	65	0,92	10,30	11,61	13,08
06	573,26	131	3.397	0,62	3,50	0,40	118	39	44	49	0,84	20,78	23,40	26,34
09	120,60	177	1.202	4,75	3,00	0,32	31	89	100	113	0,98	9,34	10,53	11,86
12	175,17	189	1.161	6,14	3,50	0,34	26	97	110	124	0,95	15,23	17,16	19,34
14	268,83	88	2.154	0,70	4,50	0,46	63	59	67	75	0,91	18,44	20,78	23,41
15	241,53	88	1.724	2,05	4,00	0,40	43	74	84	94	0,92	18,21	20,52	23,13
16	205,36	168	2.605	2,60	4,50	0,41	36	82	92	104	0,93	17,82	20,08	22,63
17	436,85	180	2.464	1,24	4,00	0,38	67	57	64	72	0,86	22,72	25,60	28,85
18	73,74	50	1.001	1,70	4,50	0,42	26	97	110	124	1,03	8,63	9,73	10,96
19	471,55	265	3.180	2,39	3,50	0,38	64	59	66	75	0,86	25,02	28,19	31,77
20	185,43	148	1.311	4,43	4,00	0,39	27	95	108	121	0,94	18,03	20,32	22,90
22	210,85	147	1.852	2,81	3,50	0,33	42	75	85	95	0,93	13,48	15,19	17,11
23	90,95	80	1.553	1,65	3,00	0,32	45	72	81	92	1,01	5,89	6,64	7,49
24	490,27	205	3.958	1,24	3,50	0,34	88	48	54	61	0,85	19,07	21,49	24,21
25	153,77	89	2.114	1,73	3,50	0,33	48	70	78	88	0,96	9,40	10,59	11,93
26	90,78	42	302	13,91	4,00	0,32	10	148	167	188	1,01	12,09	13,62	15,35
27	336,27	157	2.978	2,49	3,00	0,31	65	58	66	74	0,89	14,92	16,81	18,94
28	224,58	188	2.587	7,27	3,00	0,31	36	82	92	104	0,92	14,60	16,46	18,55
29	59,59	88	828	10,63	3,50	0,33	14	130	147	165	1,05	7,48	8,43	9,50

TABELA 5.25 - CÁLCULO DE VAZÃO SEGUNDO O MÉTODO RACIONAL MODIFICADO (BURKLI-ZIEGLER) - TR = 25, 50 E 100 ANOS (CONTINUAÇÃO)

MÉTODO BURKLI – ZIEGLER														
RODOVIA : BR – 470/SC														
TRECHO : NAVEGANTES – RODEIO														
BACIA Nº	ÁREA DA BACIA	DES-NÍVEL	TALVE-GUE	DECLI-VIDADE	K	C	t_c	i TR = 25	i TR = 50	i TR = 100	n BURKLI	Q TR = 25	Q TR = 50	Q TR = 100
[-]	[ha]	[m]	[m]	[%]	[-]	[-]	[min]	[mm/h]	[mm/h]	[mm/h]	[-]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
30	172,73	105	1.655	2,98	3,00	0,31	44	73	82	93	0,95	10,30	11,61	13,08
31	341,06	268	3.106	4,78	3,50	0,30	43	74	84	94	0,88	18,64	21,00	23,66
32	106,99	105	1.188	3,54	3,50	0,34	28	107	120	136	0,99	10,70	12,09	13,66
34	87,35	28	1.247	1,21	4,50	0,51	32	99	112	127	1,01	12,47	14,09	15,92
35	408,79	49	3.857	0,81	4,00	0,49	85	57	64	73	0,87	27,45	31,02	35,05
39	59,90	20	1.055	1,19	4,50	0,50	28	107	120	136	1,05	9,33	10,55	11,92
40	957,43	252	5.367	1,11	4,00	0,52	104	156	177	200	0,80	172,55	194,99	220,35
42	277,46	100	2.495	2,83	3,50	0,40	48	80	90	102	0,90	22,14	25,02	28,27
43	66,24	45	863	5,21	3,50	0,35	20	126	142	161	1,04	8,45	9,55	10,79
44	165,89	28	1.358	1,24	3,50	0,38	51	77	87	98	0,95	12,79	14,45	16,33
45	468,93	215	5.078	1,80	3,50	0,37	78	60	68	76	0,86	24,70	27,92	31,55
47	265,77	120	1.649	1,75	3,50	0,40	53	57	64	72	0,91	15,37	17,23	19,33
55	466,30	420	4.636	0,95	4,00	0,42	87	43	48	54	0,86	19,94	22,36	25,08
56	199,69	348	2.187	3,89	3,50	0,35	37	70	79	88	0,93	12,72	14,27	16,00
57	99,65	360	1.502	23,97	3,50	0,33	13	116	130	146	1,00	10,63	11,92	13,37
58	154,20	495	1.883	24,35	3,00	0,30	19	99	110	124	0,96	12,12	13,60	15,25
59	72,78	287	1.222	15,05	3,00	0,30	16	107	119	134	1,03	6,67	7,48	8,39
60	349,23	380	2.639	6,45	3,50	0,32	37	70	79	88	0,88	19,23	21,57	24,19

5.1.6.2.12 Método do Hidrograma Unitário Triangular – HUT

Hidrograma unitário é o hidrograma resultante de um escoamento superficial unitário (1 mm, 1 cm, 1 polegada) gerado por uma chuva uniformemente distribuída sobre a bacia hidrográfica, com intensidade constante e com certa duração. Esse hidrograma foi deduzido da média de um grande número de hidrogramas unitários naturais de bacias com tamanhos muito variados e situações geográficas diversas.

Para uma dada duração de chuva, o hidrograma constitui uma característica própria da bacia; ele reflete as condições de deflúvio para o desenvolvimento da onda de cheia.

Princípios básicos (considerando chuva de distribuição uniforme e de intensidade constante sobre toda a bacia):

- 1º Princípio: Constância do Tempo de Base - para chuvas de iguais durações, as durações dos escoamentos superficiais correspondentes são iguais;
- 2º Princípio: Proporcionalidade das Descargas - duas chuvas de mesma duração, mas com volumes escoados diferentes, resultam em hidrógrafas cujas ordenadas são proporcionais aos correspondentes volumes escoados;
- 3º Princípio: Aditividade - precipitações anteriores não influenciam a distribuição no tempo do escoamento superficial de uma dada chuva.

Em casos frequentes, quando não se dispõe de registros suficientes para a determinação de hidrogramas unitários, relativos às seções de interesse em projeto, utiliza-se hidrogramas unitários sintéticos – HUS. Tais hidrogramas são obtidos a partir de características físicas das bacias.

Os três HUS mais conhecidos são: de *Snyder*, de *Commons* e de *Soil Conservation Service – SCS*, desenvolvido por Víctor Mockus. O Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem do DNIT (2005) traz essa última metodologia.

Note-se que um HUS, tendo em vista seu caráter empírico, tem aplicação regional; sua adoção em regiões distintas deve ser feita com cautela e após levantamento de parâmetros empíricos regionais.

Dentre as características físicas da bacia hidrográfica que intervém na forma e dimensão do hidrograma de dada precipitação destacam-se a área, declividade, dimensão do canal, densidade de drenagem e o formato. Com base na correlação dessas características com a configuração das ondas de cheias observadas, pôde-se embasar as tentativas de estabelecimento de processos de sintetização.

No efetivo desenvolvimento desse estudo adotou-se o Método do SCS – Hidrograma Unitário Triangular. O *Soil Conservation Service* propôs a elaboração de um hidrograma unitário sintético a partir de um adimensional, requerendo tão somente a determinação da vazão de pico e do tempo em que ela ocorre.

Para a determinação do Tempo de Concentração (Tc) das bacias, utilizou-se a fórmula proposta pelo DNOS, já citada anteriormente.

NOTA:

- através do Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem (DNIT, 2005), recomenda-se dar preferência às fórmulas que conduzem a valores razoáveis tanto para bacias pequenas quanto para as médias e grandes, portanto, adotou-se a fórmula do DNOS;
- para condições médias, com K = 4,0, resultou, na média, uma velocidade de 1,36 m/s para bacias pequenas e 1,58 m/s para bacias maiores, portanto, aceitável para qualquer tamanho de bacia.

O *Soil Conservation Service* recomenda a substituição do hidrograma adimensional curvilíneo por um hidrograma triangular (HUT) cuja forma se adapta razoavelmente ao primeiro. O tempo de base (T_B) desse hidrograma triangular é igual a 8/3 do tempo de ponta (T_p) e sua forma mais simplificada não necessita da apresentação adimensional, sendo obtida a partir do tempo de concentração (T_c), e da duração unitária (D_u). Assim, o cálculo do tempo de pico (T_p) é dado por:

$$Tp = \frac{Du}{2} + 0{,}6Tc$$

Onde:

- Tp = tempo de pico (h);
- Du = tempo de duração da chuva (h);
- Tc = tempo de concentração (h).

Recomenda-se que a duração unitária da chuva usada com o hidrograma unitário seja próxima de 0,20 Tp, não devendo ter valores maiores que 0,25 Tp. Portanto, adota-se durações unitárias até 1/5 do tempo de concentração, para reduzir o trabalho de cálculo:

$$Du = \frac{Tc}{5}$$

Cálculo do tempo de base (T_b):

$$Tb = \frac{8Tp}{3}$$

Cálculo da vazão de pico (Q_p):

$$Qp = \frac{A_R}{0{,}03Tb}$$

Onde:

- Qp = descarga máxima por mm do deflúvio (m^3/s);
- A_R = área da bacia (km^2);
- T_B = tempo de base do fluviograma unitário (min);
- $0{,}03$ = coeficiente de compatibilização de unidades.

Para a conversão do diagrama unitário triangular em um hidrograma unitário curvilíneo definitivo, calcula-se o hidrograma unitário para uma chuva de 5 mm e duração de $t_c/5$ e, em seguida, converte-se esse hidrograma para um que corresponda a chuva de duração t_c e alturas referentes a vários períodos de retorno.

Para o cálculo da precipitação efetiva utiliza-se a fórmula do SCS:

$$P_E = \frac{(P - 0{,}2S)^2}{P + 0{,}8S}$$

Onde:

- P_E = excesso de chuva ou precipitação efetiva (mm);
- P = precipitação total (mm);
- $S = 254 \times \left(\frac{100}{CN} - 1\right)$ (mm).

  Onde CN = número de deflúvio que define o complexo hidrológico solo-cobertura vegetal (número de curva).

Escolhe-se o valor do CN (Anexo 13.5), variável de 0 a 100, conforme a permeabilidade do solo, a cobertura vegetal, a textura da superfície e a umidade antecedente do solo.

A tabela 5.26 apresenta o resumo dos cálculo de vazão pelo método HUT para TR=25 anos, TR=50 anos e TR=100 anos.

TABELA 5.26 - QUADRO RESUMO - HUT

MÉTODO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR – RESUMO													
RODOVIA : BR – 470/SC													
TRECHO : NAVEGANTES – RODEIO													
BACIA Nº	ÁREA DA BACIA	DES-NÍVEL	TALVE-GUE	DECLI-VIDADE	K	CN	t_c	P TR = 25	P TR = 50	P TR = 100	Q TR = 25	Q TR = 50	Q TR = 100
[-]	[ha]	[m]	[m]	[%]	[-]	[-]	[min]	[mm]	[mm]	[mm]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
05*	7407,98	53	1.998	1,65	4,50	60	120	79	89	101	87,90	125,24	172,88
13	55867,42	410	67.787	0,15	4,00	55	1309	141	158	178	201,66	264,87	341,99
21	4153,92	388	17.113	0,61	3,50	60	298	100	113	127	38,37	51,60	67,95
33	4293,68	169	14.960	0,75	4,50	62	209	103	117	132	69,58	92,43	120,52
38	9117,76	367	19.957	0,33	4,50	65	386	122	138	156	134,79	172,00	216,66
41	23864,22	460	47.288	0,33	4,50	68	613	136	154	174	313,83	390,74	481,64
51	2950,20	425	14.318	0,99	4,00	63	187	76	86	96	25,86	35,52	47,58
52	159960,79	615	78.258	0,12	4,00	60	2024	137	153	172	454,58	578,01	725,55

* = Há nesta bacia três canais retificados que servem como exutória (Q/3 = 41,75 para cada canal)

A seguir, as figuras 5.57 a 5.64 apresentam os resultados obtidos no cálculo de vazão pelo método HUT para TR=25 anos, TR=50 anos e TR=100 anos.

MÉTODO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR – HUT

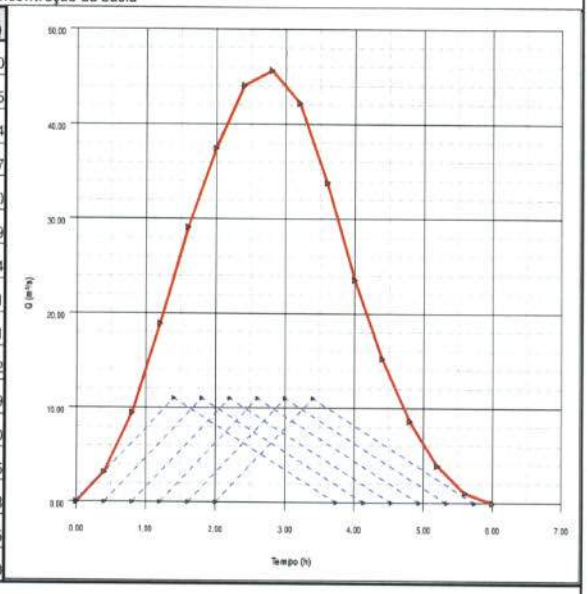
Características da bacia													Vazão máxima		
L	H	K	Tc	Altura Pluviométrica			CN	S	Altura Pluviométrica Efetiva			A_R			
[km]	[m]		[h]	P_{25anos} [mm]	P_{50anos} [mm]	$P_{100anos}$ [mm]			PE_{25anos} [mm]	PE_{50anos} [mm]	$PE_{100anos}$ [mm]	[km²]	Q_{25anos} [m³/s]	Q_{50anos} [m³/s]	$Q_{100anos}$ [m³/s]
2,00	53,01	4,5	2,00	79,36	89,43	100,78	60,00	169,33	9,64	13,73	18,95	74,08	87,90	125,24	172,88

Cálculo dos elementos gráficos - Hidrograma Unitário Triangular – Adotado Du =Tc/5

Tc (h)	Du (h)	Tp (h)	Tb (h)	Qp (m³/s)
2,00	0,40	1,40	3,74	11,01

Cálculo do hidrograma para uma chuva efetiva de 5mm e de duração igual ao tempo de concentração da bacia

T (h)	Q1 (m³/s)	Q2 (m³/s)	Q3 (m³/s)	Q4 (m³/s)	Q5 (m³/s)	Q6 (m³/s)	QT (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	3,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,15
0,80	6,29	3,15	0,00	0,00	0,00	0,00	9,44
1,20	9,44	6,29	3,15	0,00	0,00	0,00	18,87
1,60	10,22	9,44	6,29	3,15	0,00	0,00	29,10
2,00	8,39	10,22	9,44	6,29	3,15	0,00	37,49
2,40	6,55	8,39	10,22	9,44	6,29	3,15	44,04
2,80	4,72	6,55	8,39	10,22	9,44	6,29	45,61
3,20	2,88	4,72	6,55	8,39	10,22	9,44	42,21
3,60	1,05	2,88	4,72	6,55	8,39	10,22	33,82
4,00	0,00	1,05	2,88	4,72	6,55	8,39	23,59
4,40	0,00	0,00	1,05	2,88	4,72	6,55	15,20
4,80	0,00	0,00	0,00	1,05	2,88	4,72	8,65
5,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05	2,88	3,93
5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05	1,05
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Cálculo do hidrograma para chuvas de período de retorno de 25, 50 e 100 anos

T(h)	Q25 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	6,06	8,64	11,92
0,80	18,19	25,91	35,77
1,20	36,37	51,82	71,54
1,60	56,08	79,89	110,29
2,00	72,24	102,93	142,08
2,40	84,87	120,92	166,92
2,80	87,90	125,24	172,88
3,20	81,34	115,88	159,96
3,60	65,17	92,85	128,17
4,00	45,47	64,78	89,42
4,40	29,30	41,75	57,63
4,80	16,67	23,75	32,79
5,20	7,58	10,80	14,90
5,60	2,02	2,88	3,97
6,00	0,00	0,00	0,00

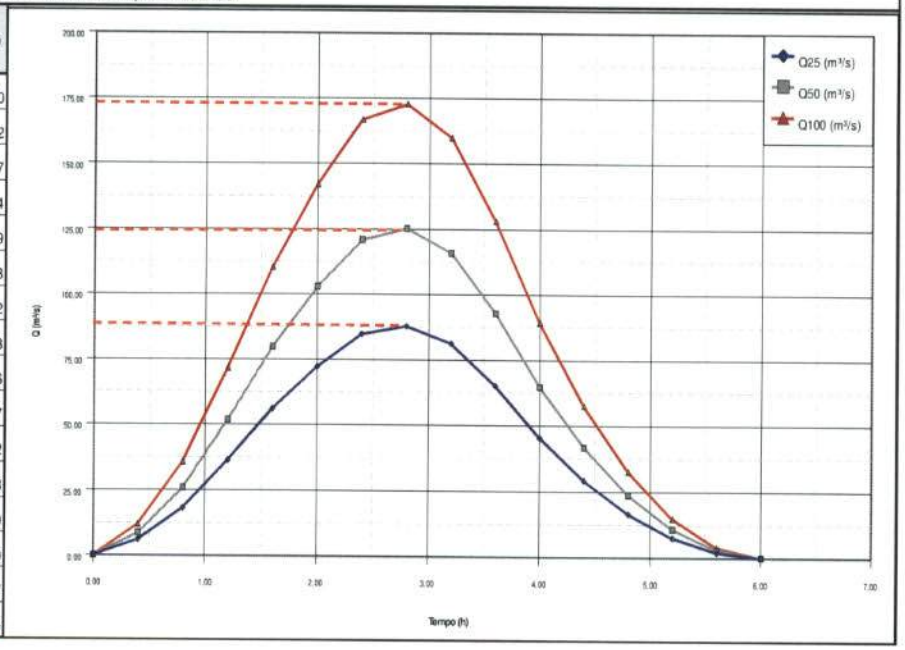


Figura 5.57 - Quadro HUT - Bacia 05.

MÉTODO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR – HUT

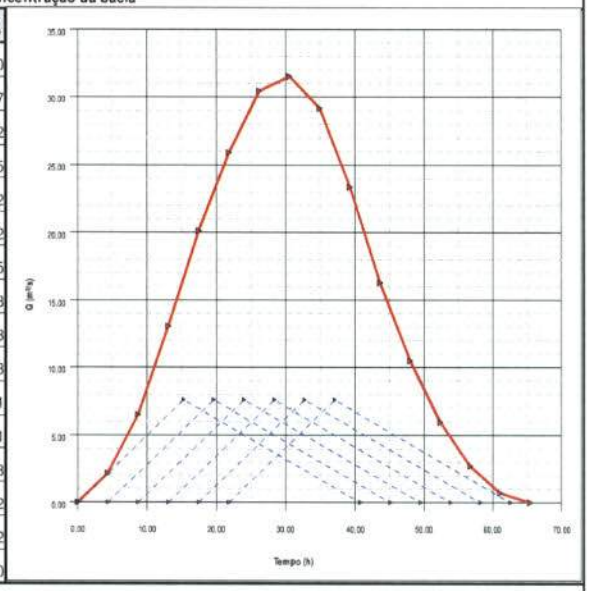
Características da bacia													Vazão máxima		
L	H	K	Tc	Altura Pluviométrica			CN	S	Altura Pluviométrica Efetiva			A_R			
[km]	[m]		[h]	P_{25anos} [mm]	P_{50anos} [mm]	$P_{100anos}$ [mm]			PE_{25anos} [mm]	PE_{50anos} [mm]	$PE_{100anos}$ [mm]	[km²]	Q_{25anos} [m³/s]	Q_{50anos} [m³/s]	$Q_{100anos}$ [m³/s]
67,79	410,01	4,0	21,82	140,62	158,32	178,24	55,00	207,82	31,97	42,00	54,22	558,67	**201,66**	**264,87**	**341,99**

Cálculo dos elementos gráficos - Hidrograma Unitário Triangular – Adotado Du =Tc/5

Tc (h)	Du (h)	Tp (h)	Tb (h)	Qp (m³/s)
21,82	4,36	15,27	40,78	7,61

Cálculo do hidrograma para uma chuva efetiva de 5mm e de duração igual ao tempo de concentração da bacia

T (h)	Q1 (m³/s)	Q2 (m³/s)	Q3 (m³/s)	Q4 (m³/s)	Q5 (m³/s)	Q6 (m³/s)	QT (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,36	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17
8,73	4,35	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	6,52
13,09	6,52	4,35	2,17	0,00	0,00	0,00	13,05
17,45	7,07	6,52	4,35	2,17	0,00	0,00	20,12
21,82	5,80	7,07	6,52	4,35	2,17	0,00	25,92
26,18	4,53	5,80	7,07	6,52	4,35	2,17	30,45
30,54	3,26	4,53	5,80	7,07	6,52	4,35	31,53
34,91	1,99	3,26	4,53	5,80	7,07	6,52	29,18
39,27	0,72	1,99	3,26	4,53	5,80	7,07	23,38
43,63	0,00	0,72	1,99	3,26	4,53	5,80	16,31
48,00	0,00	0,00	0,72	1,99	3,26	4,53	10,51
52,36	0,00	0,00	0,00	0,72	1,99	3,26	5,98
56,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	1,99	2,72
61,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,72
65,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Cálculo do hidrograma para chuvas de período de retorno de 25, 50 e 100 anos

T(h)	Q25 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00
4,36	13,91	18,27	23,59
8,73	41,72	54,80	70,76
13,09	83,45	109,60	141,51
17,45	128,65	168,97	218,17
21,82	165,73	217,68	281,06
26,18	194,71	255,74	330,20
30,54	201,66	264,87	341,99
34,91	186,60	245,09	316,44
39,27	149,51	196,37	253,54
43,63	104,31	137,00	176,89
48,00	67,22	88,29	114,00
52,36	38,25	50,23	64,86
56,72	17,38	22,83	29,48
61,09	4,64	6,09	7,86
65,45	0,00	0,00	0,00

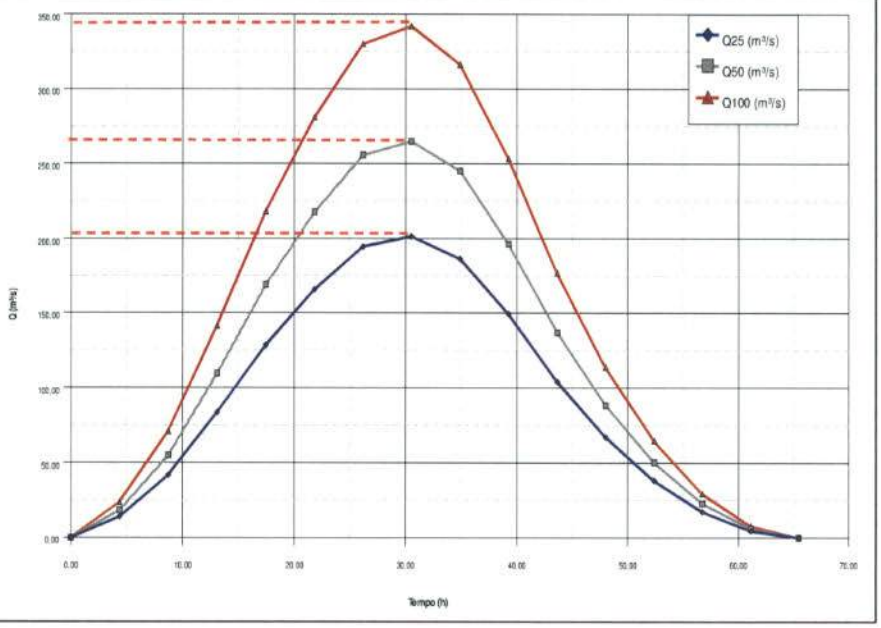


Figura 5.58 - Quadro HUT - Bacia 13.

MÉTODO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR – HUT

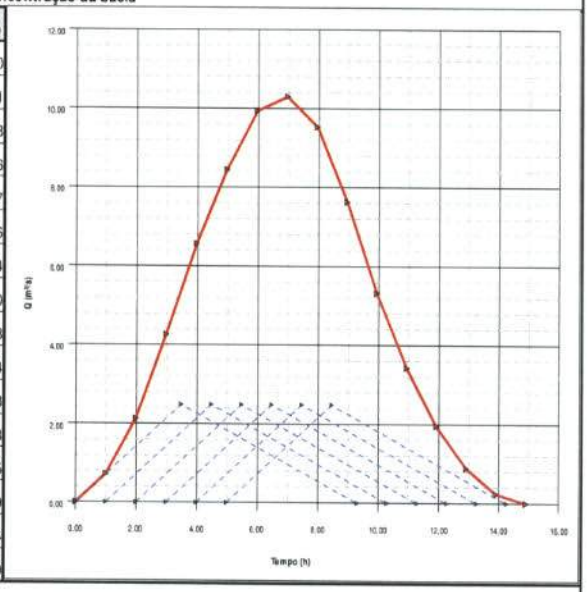
Características da bacia													Vazão máxima		
L	H	K	Tc	Altura Pluviométrica			CN	S	Altura Pluviométrica Efetiva			A_R			
[km]	[m]		[h]	P_{25anos} [mm]	P_{50anos} [mm]	$P_{100anos}$ [mm]			PE_{25anos} [mm]	PE_{50anos} [mm]	$PE_{100anos}$ [mm]	[km²]	Q_{25anos} [m³/s]	Q_{50anos} [m³/s]	$Q_{100anos}$ [m³/s]
17,11	388,01	3,5	4,97	100,11	112,71	126,89	60,00	169,33	18,63	25,05	32,99	41,54	38,37	51,60	67,95

Cálculo dos elementos gráficos - Hidrograma Unitário Triangular – Adotado Du =Tc/5

Tc (h)	Du (h)	Tp (h)	Tb (h)	Qp (m³/s)
4,97	0,99	3,48	9,28	2,49

Cálculo do hidrograma para uma chuva efetiva de 5mm e de duração igual ao tempo de concentração da bacia

T (h)	Q1 (m³/s)	Q2 (m³/s)	Q3 (m³/s)	Q4 (m³/s)	Q5 (m³/s)	Q6 (m³/s)	QT (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,99	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71
1,99	1,42	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	2,13
2,98	2,13	1,42	0,71	0,00	0,00	0,00	4,26
3,97	2,31	2,13	1,42	0,71	0,00	0,00	6,57
4,97	1,89	2,31	2,13	1,42	0,71	0,00	8,46
5,96	1,48	1,89	2,31	2,13	1,42	0,71	9,94
6,95	1,07	1,48	1,89	2,31	2,13	1,42	10,30
7,95	0,65	1,07	1,48	1,89	2,31	2,13	9,53
8,94	0,24	0,65	1,07	1,48	1,89	2,31	7,64
9,93	0,00	0,24	0,65	1,07	1,48	1,89	5,33
10,93	0,00	0,00	0,24	0,65	1,07	1,48	3,43
11,92	0,00	0,00	0,00	0,24	0,65	1,07	1,95
12,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,65	0,89
13,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,24
14,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Cálculo do hidrograma para chuvas de período de retorno de 25, 50 e 100 anos

T(h)	Q25 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00
0,99	2,65	3,56	4,69
1,99	7,94	10,68	14,06
2,98	15,88	21,35	28,12
3,97	24,48	32,91	43,34
4,97	31,54	42,40	55,84
5,96	37,05	49,82	65,60
6,95	38,37	51,60	67,95
7,95	35,51	47,74	62,87
8,94	28,45	38,25	50,37
9,93	19,85	26,69	35,14
10,93	12,79	17,20	22,65
11,92	7,28	9,79	12,89
12,91	3,31	4,45	5,86
13,91	0,88	1,19	1,56
14,90	0,00	0,00	0,00

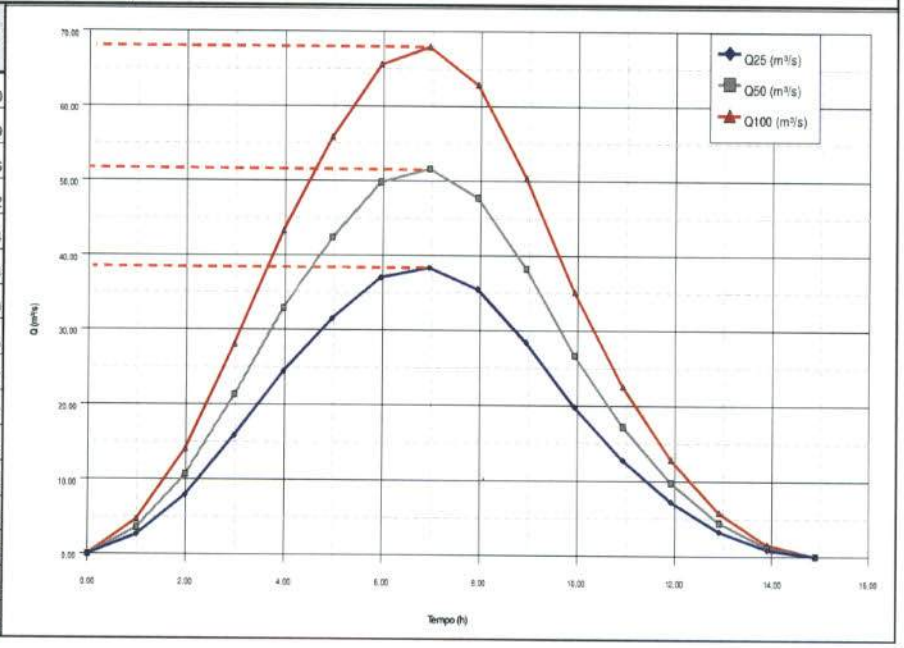


Figura 5.59 - Quadro HUT - Bacia 21.

MÉTODO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR – HUT

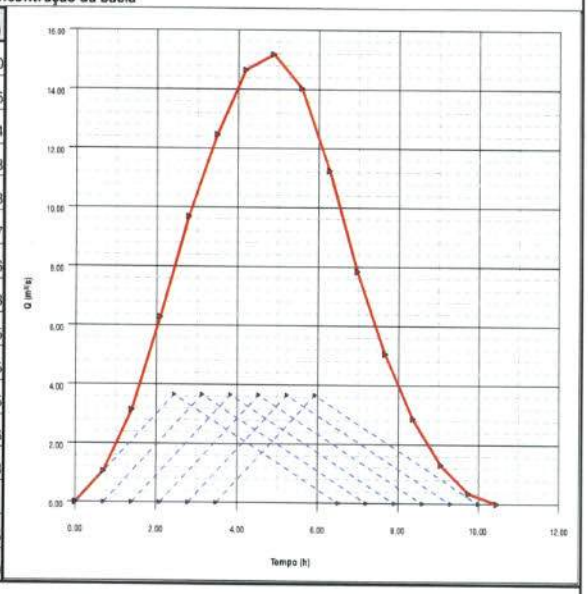
Características da bacia													Vazão máxima		
L	H	K	Tc	Altura Pluviométrica			CN	S	Altura Pluviométrica Efetiva			A_R			
[km]	[m]		[h]	P_{25anos} [mm]	P_{50anos} [mm]	$P_{100anos}$ [mm]			PE_{25anos} [mm]	PE_{50anos} [mm]	$PE_{100anos}$ [mm]	[km²]	Q_{25anos} [m³/s]	Q_{50anos} [m³/s]	$Q_{100anos}$ [m³/s]
14,96	169,01	4,5	3,48	103,42	116,87	132,07	62,00	155,68	22,92	30,45	39,70	42,94	69,58	92,43	120,52

Cálculo dos elementos gráficos - Hidrograma Unitário Triangular – Adotado Du =Tc/5

Tc (h)	Du (h)	Tp (h)	Tb (h)	Qp (m³/s)
3,48	0,70	2,44	6,51	3,66

Cálculo do hidrograma para uma chuva efetiva de 5mm e de duração igual ao tempo de concentração da bacia

T (h)	Q1 (m³/s)	Q2 (m³/s)	Q3 (m³/s)	Q4 (m³/s)	Q5 (m³/s)	Q6 (m³/s)	QT (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,70	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05
1,39	2,09	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14
2,09	3,14	2,09	1,05	0,00	0,00	0,00	6,28
2,79	3,40	3,14	2,09	1,05	0,00	0,00	9,68
3,48	2,79	3,40	3,14	2,09	1,05	0,00	12,47
4,18	2,18	2,79	3,40	3,14	2,09	1,05	14,66
4,88	1,57	2,18	2,79	3,40	3,14	2,09	15,18
5,57	0,96	1,57	2,18	2,79	3,40	3,14	14,05
6,27	0,35	0,96	1,57	2,18	2,79	3,40	11,25
6,97	0,00	0,35	0,96	1,57	2,18	2,79	7,85
7,66	0,00	0,00	0,35	0,96	1,57	2,18	5,06
8,36	0,00	0,00	0,00	0,35	0,96	1,57	2,88
9,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,96	1,31
9,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,35
10,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Cálculo do hidrograma para chuvas de período de retorno de 25, 50 e 100 anos

T(h)	Q25 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00
0,70	4,80	6,37	8,31
1,39	14,40	19,12	24,94
2,09	28,79	38,25	49,87
2,79	44,39	58,97	76,89
3,48	57,18	75,96	99,05
4,18	67,18	89,25	116,37
4,88	69,58	92,43	120,52
5,57	64,38	85,53	111,52
6,27	51,59	68,53	89,35
6,97	35,99	47,81	62,34
7,66	23,19	30,81	40,17
8,36	13,20	17,53	22,86
9,06	6,00	7,97	10,39
9,75	1,60	2,12	2,77
10,45	0,00	0,00	0,00

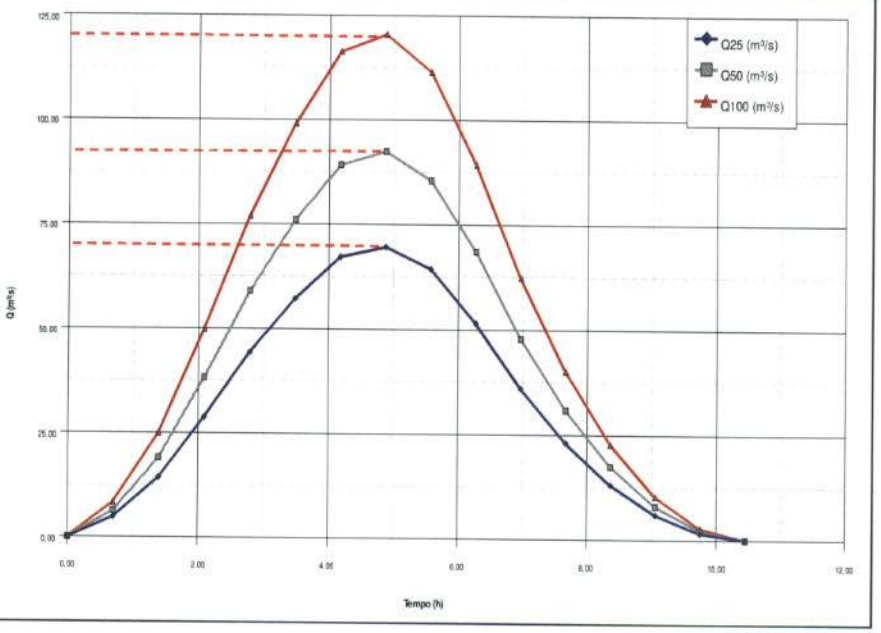


Figura 5.60 - Quadro HUT - Bacia 33.

MÉTODO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR – HUT

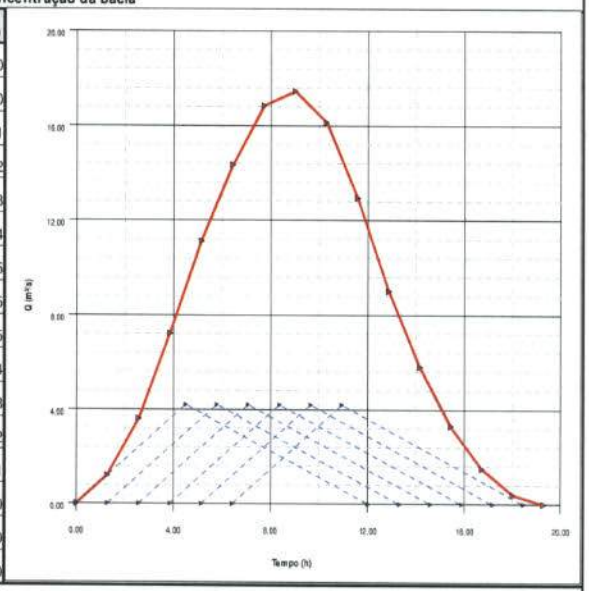
Características da bacia													Vazão máxima		
L	H	K	Tc	Altura Pluviométrica			CN	S	Altura Pluviométrica Efetiva			A_R			
[km]	[m]		[h]	P_{25anos} [mm]	P_{50anos} [mm]	$P_{100anos}$ [mm]			PE_{25anos} [mm]	PE_{50anos} [mm]	$PE_{100anos}$ [mm]	[km²]	Q_{25anos} [m³/s]	Q_{50anos} [m³/s]	$Q_{100anos}$ [m³/s]
19,96	367,01	4,5	6,43	121,85	137,70	155,61	65,00	136,77	38,61	49,28	62,07	91,18	**134,79**	**172,00**	**216,66**

Cálculo dos elementos gráficos - Hidrograma Unitário Triangular – Adotado Du =Tc/5

Tc (h)	Du (h)	Tp (h)	Tb (h)	Qp (m³/s)
6,43	1,29	4,50	12,02	4,21

Cálculo do hidrograma para uma chuva efetiva de 5mm e de duração igual ao tempo de concentração da bacia

T (h)	Q1 (m³/s)	Q2 (m³/s)	Q3 (m³/s)	Q4 (m³/s)	Q5 (m³/s)	Q6 (m³/s)	QT (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,29	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20
2,57	2,41	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	3,61
3,86	3,61	2,41	1,20	0,00	0,00	0,00	7,22
5,15	3,91	3,61	2,41	1,20	0,00	0,00	11,13
6,43	3,21	3,91	3,61	2,41	1,20	0,00	14,34
7,72	2,51	3,21	3,91	3,61	2,41	1,20	16,85
9,01	1,81	2,51	3,21	3,91	3,61	2,41	17,45
10,29	1,10	1,81	2,51	3,21	3,91	3,61	16,15
11,58	0,40	1,10	1,81	2,51	3,21	3,91	12,94
12,87	0,00	0,40	1,10	1,81	2,51	3,21	9,03
14,15	0,00	0,00	0,40	1,10	1,81	2,51	5,82
15,44	0,00	0,00	0,00	0,40	1,10	1,81	3,31
16,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	1,10	1,50
18,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40
19,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Cálculo do hidrograma para chuvas de período de retorno de 25, 50 e 100 anos

T(h)	Q25 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00
1,29	9,30	11,86	14,94
2,57	27,89	35,59	44,83
3,86	55,77	71,17	89,65
5,15	85,99	109,72	138,21
6,43	110,77	141,36	178,06
7,72	130,14	166,07	209,19
9,01	134,79	172,00	216,66
10,29	124,72	159,15	200,47
11,58	99,93	127,52	160,63
12,87	69,72	88,97	112,07
14,15	44,93	57,33	72,22
15,44	25,56	32,62	41,09
16,73	11,62	14,83	18,68
18,01	3,10	3,95	4,98
19,30	0,00	0,00	0,00

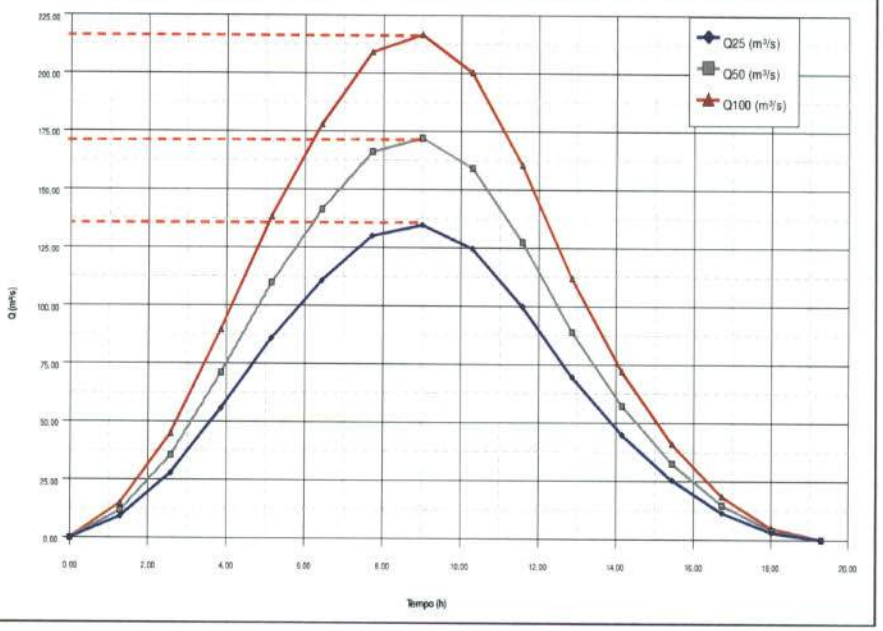


Figura 5.61 - Quadro HUT - Bacia 38.

MÉTODO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR – HUT

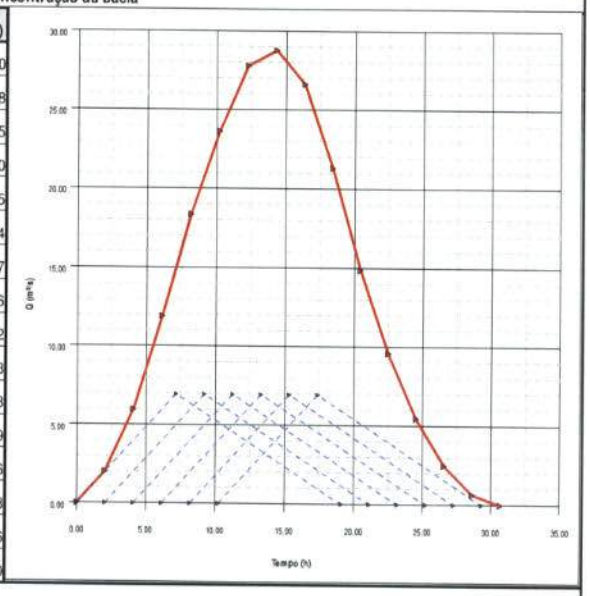
Características da bacia													Vazão máxima		
L	H	K	Tc	Altura Pluviométrica			CN	S	Altura Pluviométrica Efetiva			A_R			
[km]	[m]		[h]	P_{25anos} [mm]	P_{50anos} [mm]	$P_{100anos}$ [mm]			PE_{25anos} [mm]	PE_{50anos} [mm]	$PE_{100anos}$ [mm]	[km²]	Q_{25anos} [m³/s]	Q_{50anos} [m³/s]	$Q_{100anos}$ [m³/s]
47,29	460,01	4,5	10,22	136,41	154,16	174,21	68,00	119,53	54,55	67,92	83,72	238,64	313,83	390,74	481,64

Cálculo dos elementos gráficos - Hidrograma Unitário Triangular – Adotado Du =Tc/5

Tc (h)	Du (h)	Tp (h)	Tb (h)	Qp (m³/s)
10,22	2,04	7,15	19,09	6,94

Cálculo do hidrograma para uma chuva efetiva de 5mm e de duração igual ao tempo de concentração da bacia

T (h)	Q1 (m³/s)	Q2 (m³/s)	Q3 (m³/s)	Q4 (m³/s)	Q5 (m³/s)	Q6 (m³/s)	QT (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,04	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98
4,09	3,97	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	5,95
6,13	5,95	3,97	1,98	0,00	0,00	0,00	11,90
8,17	6,45	5,95	3,97	1,98	0,00	0,00	18,35
10,22	5,29	6,45	5,95	3,97	1,98	0,00	23,64
12,26	4,13	5,29	6,45	5,95	3,97	1,98	27,77
14,30	2,98	4,13	5,29	6,45	5,95	3,97	28,76
16,35	1,82	2,98	4,13	5,29	6,45	5,95	26,62
18,39	0,66	1,82	2,98	4,13	5,29	6,45	21,33
20,43	0,00	0,66	1,82	2,98	4,13	5,29	14,88
22,48	0,00	0,00	0,66	1,82	2,98	4,13	9,59
24,52	0,00	0,00	0,00	0,66	1,82	2,98	5,46
26,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	1,82	2,48
28,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,66
30,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Cálculo do hidrograma para chuvas de período de retorno de 25, 50 e 100 anos

T(h)	Q25 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00
2,04	21,64	26,95	33,22
4,09	64,93	80,84	99,65
6,13	129,86	161,69	199,30
8,17	200,20	249,27	307,25
10,22	257,92	321,13	395,83
12,26	303,01	377,27	465,03
14,30	313,83	390,74	481,64
16,35	290,39	361,55	445,65
18,39	232,67	289,69	357,07
20,43	162,33	202,11	249,12
22,48	104,61	130,25	160,55
24,52	59,52	74,11	91,34
26,56	27,05	33,68	41,52
28,61	7,21	8,98	11,07
30,65	0,00	0,00	0,00

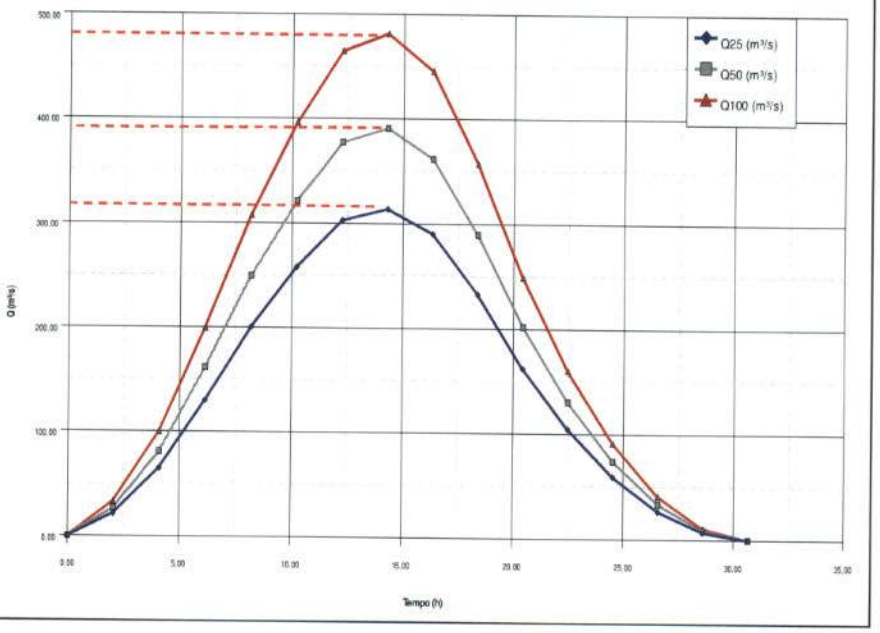


Figura 5.62 - Quadro HUT - Bacia 41.

MÉTODO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR – HUT

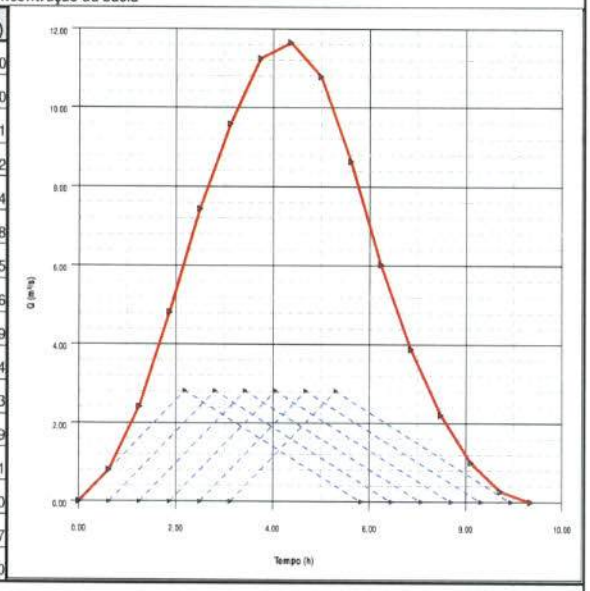
Características da bacia													Vazão máxima		
L	H	K	Tc	Altura Pluviométrica			CN	S	Altura Pluviométrica Efetiva			A_R			
[km]	[m]		[h]	P_{25anos} [mm]	P_{50anos} [mm]	$P_{100anos}$ [mm]			PE_{25anos} [mm]	PE_{50anos} [mm]	$PE_{100anos}$ [mm]	[km²]	Q_{25anos} [m³/s]	Q_{50anos} [m³/s]	$Q_{100anos}$ [m³/s]
14,32	425,01	4,0	3,12	76,44	85,73	96,15	63,00	149,17	11,09	15,23	20,41	29,50	**25,86**	**35,52**	**47,58**

Cálculo dos elementos gráficos - Hidrograma Unitário Triangular – Adotado Du =Tc/5

Tc (h)	Du (h)	Tp (h)	Tb (h)	Qp (m³/s)
3,12	0,62	2,18	5,83	2,81

Cálculo do hidrograma para uma chuva efetiva de 5mm e de duração igual ao tempo de concentração da bacia

T (h)	Q1 (m³/s)	Q2 (m³/s)	Q3 (m³/s)	Q4 (m³/s)	Q5 (m³/s)	Q6 (m³/s)	QT (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,62	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80
1,25	1,61	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	2,41
1,87	2,41	1,61	0,80	0,00	0,00	0,00	4,82
2,49	2,61	2,41	1,61	0,80	0,00	0,00	7,44
3,12	2,14	2,61	2,41	1,61	0,80	0,00	9,58
3,74	1,67	2,14	2,61	2,41	1,61	0,80	11,25
4,36	1,21	1,67	2,14	2,61	2,41	1,61	11,66
4,99	0,74	1,21	1,67	2,14	2,61	2,41	10,79
5,61	0,27	0,74	1,21	1,67	2,14	2,61	8,64
6,23	0,00	0,27	0,74	1,21	1,67	2,14	6,03
6,86	0,00	0,00	0,27	0,74	1,21	1,67	3,89
7,48	0,00	0,00	0,00	0,27	0,74	1,21	2,21
8,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,74	1,00
8,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,27
9,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Cálculo do hidrograma para chuvas de período de retorno de 25, 50 e 100 anos

T(h)	Q25(m³/s)	Q50(m³/s)	Q100(m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00
0,62	1,78	2,45	3,28
1,25	5,35	7,35	9,84
1,87	10,70	14,70	19,69
2,49	16,50	22,66	30,35
3,12	21,25	29,19	39,10
3,74	24,97	34,29	45,94
4,36	25,86	35,52	47,58
4,99	23,93	32,86	44,02
5,61	19,17	26,33	35,27
6,23	13,38	18,37	24,61
6,86	8,62	11,84	15,86
7,48	4,90	6,74	9,02
8,10	2,23	3,06	4,10
8,73	0,59	0,82	1,09
9,35	0,00	0,00	0,00

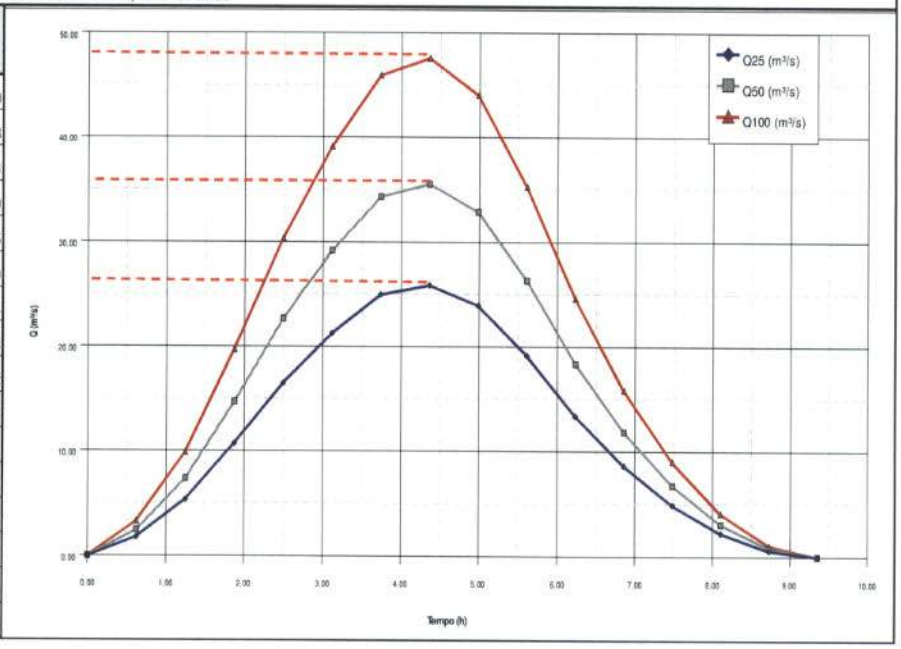


Figura 5.63 -Quadro HUT - Bacia 51.

MÉTODO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR – HUT

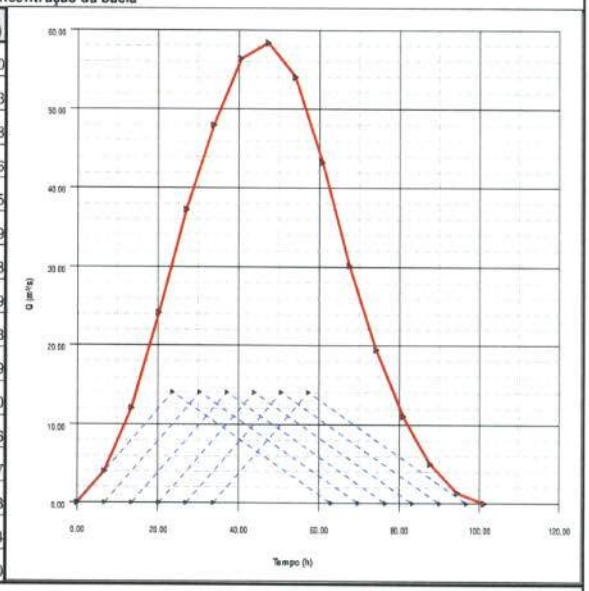
Características da bacia													Vazão máxima		
L	H	K	Tc	Altura Pluviométrica			CN	S	Altura Pluviométrica Efetiva			A_R			
[km]	[m]		[h]	P_{25anos} [mm]	P_{50anos} [mm]	$P_{100anos}$ [mm]			PE_{25anos} [mm]	PE_{50anos} [mm]	$PE_{100anos}$ [mm]	[km²]	Q_{25anos} [m³/s]	Q_{50anos} [m³/s]	$Q_{100anos}$ [m³/s]
78,26	615,00	4,0	33,73	136,81	153,44	172,10	60,00	169,33	38,92	49,49	62,12	1.599,61	**454,58**	**578,01**	**725,55**

Cálculo dos elementos gráficos - Hidrograma Unitário Triangular – Adotado Du =Tc/5

Tc (h)	Du (h)	Tp (h)	Tb (h)	Qp (m³/s)
33,73	6,75	23,61	63,05	14,10

Cálculo do hidrograma para uma chuva efetiva de 5mm e de duração igual ao tempo de concentração da bacia

T (h)	Q1 (m³/s)	Q2 (m³/s)	Q3 (m³/s)	Q4 (m³/s)	Q5 (m³/s)	Q6 (m³/s)	QT (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,75	4,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,03
13,49	8,05	4,03	0,00	0,00	0,00	0,00	12,08
20,24	12,08	8,05	4,03	0,00	0,00	0,00	24,16
26,99	13,09	12,08	8,05	4,03	0,00	0,00	37,25
33,73	10,74	13,09	12,08	8,05	4,03	0,00	47,99
40,48	8,39	10,74	13,09	12,08	8,05	4,03	56,38
47,23	6,04	8,39	10,74	13,09	12,08	8,05	58,39
53,97	3,69	6,04	8,39	10,74	13,09	12,08	54,03
60,72	1,34	3,69	6,04	8,39	10,74	13,09	43,29
67,47	0,00	1,34	3,69	6,04	8,39	10,74	30,20
74,21	0,00	0,00	1,34	3,69	6,04	8,39	19,46
80,96	0,00	0,00	0,00	1,34	3,69	6,04	11,07
87,71	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	3,69	5,03
94,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	1,34
101,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Cálculo do hidrograma para chuvas de período de retorno de 25, 50 e 100 anos

T(h)	Q25 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
0,00	0,00	0,00	0,00
6,75	31,35	39,86	50,04
13,49	94,05	119,59	150,11
20,24	188,10	239,17	300,23
26,99	289,99	368,73	462,85
33,73	373,59	475,03	596,28
40,48	438,90	558,07	700,53
47,23	454,58	578,01	725,55
53,97	420,62	534,82	671,34
60,72	337,02	428,52	537,90
67,47	235,13	298,97	375,28
74,21	151,53	192,67	241,85
80,96	86,21	109,62	137,60
87,71	39,19	49,83	62,55
94,45	10,45	13,29	16,68
101,20	0,00	0,00	0,00

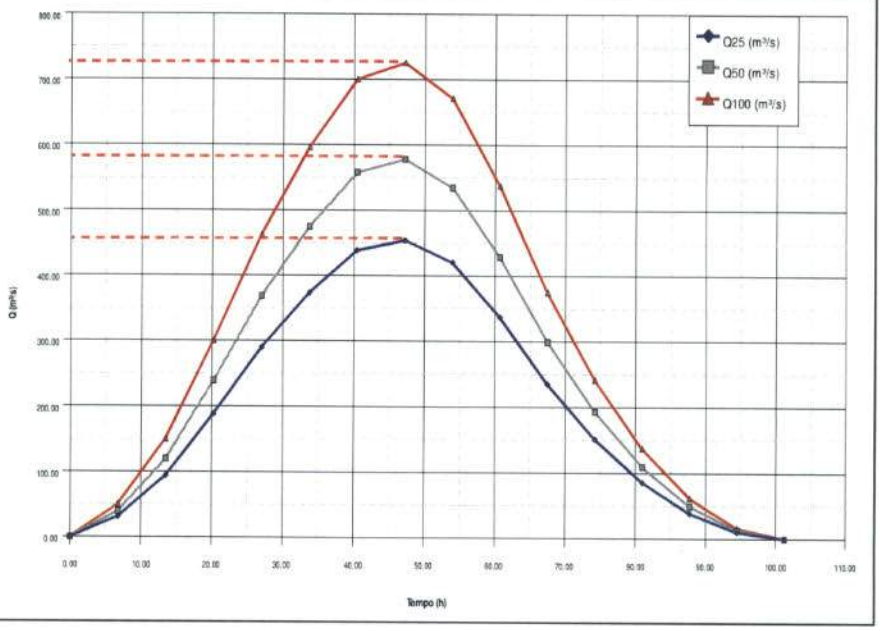


Figura 5.64 - Quadro HUT - Bacia 52.

5.1.6.3 Avaliação das interferências nos corpos d'águas

Após o cálculo de vazão para cada bacia desse estudo hidrológico, elaborou-se uma tabela a fim de sintetizar as prováveis intervenções a serem realizadas em cada trecho do traçado.

É de extrema importância que os valores aqui obtidos em relação a vazão de cada bacia, deverão ser novamente verificados no momento da elaboração do projeto de drenagem, para se chegar ao dispositivo adequado de acordo com cada vazão de projeto.

A seguir são apresentadas as tabelas com um quadro resumo das prováveis interferências para cada bacia.

TABELA 5.27 - QUADRO RESUMO - PROVÁVEIS INTERVENÇÕES PARA CADA BACIA

MÉTODOS – RESUMO				
RODOVIA : BR – 470/SC				
TRECHO : NAVEGANTES – RODEIO				
BACIA Nº	TR	MÉTODO	Q	PROVÁVEL OBRA
[-]	[anos]	[-]	[m³/s]	
01	50	BURKLI	16,81	BUEIRO CELULAR
02	25	RACIONAL	3,46	BUEIRO TUBULAR
03	50	BURKLI	14,18	BUEIRO CELULAR
04	50	BURKLI	11,61	BUEIRO CELULAR
05A	50	HUT	41,75	BUEIRO CELULAR
05B	50	HUT	41,75	BUEIRO CELULAR
05C	50	HUT	41,75	BUEIRO CELULAR
06	50	BURKLI	23,40	BUEIRO CELULAR
07	25	RACIONAL	2,78	BUEIRO TUBULAR
08	25	RACIONAL	2,75	BUEIRO TUBULAR
09	50	BURKLI	10,53	BUEIRO CELULAR
10	25	RACIONAL	3,16	BUEIRO TUBULAR
11	25	RACIONAL	3,70	BUEIRO TUBULAR
12	50	BURKLI	17,16	BUEIRO CELULAR
13	100	HUT	341,99	PONTE
14	50	BURKLI	20,78	BUEIRO CELULAR
15	50	BURKLI	20,52	BUEIRO CELULAR
16	50	BURKLI	20,08	BUEIRO CELULAR
17	50	BURKLI	25,60	BUEIRO CELULAR
18	50	BURKLI	9,73	BUEIRO CELULAR
19	50	BURKLI	28,19	BUEIRO CELULAR
20	50	BURKLI	20,32	BUEIRO CELULAR
21	50	HUT	51,60	BUEIRO CELULAR
22	50	BURKLI	15,19	BUEIRO CELULAR
23	25	BURKLI	5,89	BUEIRO TUBULAR
24	50	BURKLI	21,49	BUEIRO CELULAR
25	50	BURKLI	10,59	BUEIRO CELULAR
26	50	BURKLI	13,62	BUEIRO CELULAR
27	50	BURKLI	16,81	BUEIRO CELULAR
28	50	BURKLI	16,46	BUEIRO CELULAR
29	25	BURKLI	7,48	BUEIRO TUBULAR

TABELA 5.27 - QUADRO RESUMO - PROVÁVEIS INTERVENÇÕES PARA CADA BACIA (CONTINUAÇÃO)

MÉTODOS – RESUMO				
RODOVIA : BR – 470/SC				
TRECHO : NAVEGANTES – RODEIO				
BACIA Nº	TR	MÉTODO	Q	PROVÁVEL OBRA
[-]	[anos]	[-]	[m³/s]	
30	50	BURKLI	11,61	BUEIRO CELULAR
31	50	BURKLI	21,00	BUEIRO CELULAR
32	50	BURKLI	12,09	BUEIRO CELULAR
33	100	HUT	120,52	PONTE
34	50	BURKLI	14,09	BUEIRO CELULAR
35	50	BURKLI	31,02	BUEIRO CELULAR
36	25	RACIONAL	5,55	BUEIRO TUBULAR
37	25	RACIONAL	3,82	BUEIRO TUBULAR
38	100	HUT	216,66	PONTE
39	50	BURKLI	10,55	BUEIRO CELULAR
40	100	BURKLI	220,35	PONTE
41	100	HUT	481,64	PONTE
42	50	BURKLI	25,02	BUEIRO CELULAR
43	50	BURKLI	9,55	BUEIRO CELULAR
44	50	BURKLI	14,45	BUEIRO CELULAR
45	50	BURKLI	27,92	BUEIRO CELULAR
46	25	RACIONAL	2,57	BUEIRO TUBULAR
47	50	BURKLI	17,23	BUEIRO CELULAR
48	25	RACIONAL	2,95	BUEIRO TUBULAR
49	25	RACIONAL	3,12	BUEIRO TUBULAR
50	25	RACIONAL	4,18	BUEIRO TUBULAR
51	50	HUT	35,52	BUEIRO CELULAR
52	100	HUT	725,55	PONTE
53	25	RACIONAL	2,30	BUEIRO TUBULAR
54	25	RACIONAL	3,92	BUEIRO TUBULAR
55	50	BURKLI	22,36	BUEIRO CELULAR
56	50	BURKLI	14,27	BUEIRO CELULAR
57	50	BURKLI	11,92	BUEIRO CELULAR
58	50	BURKLI	13,60	BUEIRO CELULAR
59	25	BURKLI	6,67	BUEIRO TUBULAR
60	50	BURKLI	21,57	BUEIRO CELULAR
61	25	RACIONAL	5,94	BUEIRO TUBULAR

5.1.6.4 Pluviosidade em Santa Catarina no mês de novembro de 2008

Não há registro de um novembro tão chuvoso nas regiões da Grande Florianópolis, Vale do Itajaí e Litoral Norte como observado em 2008, quando diversos recordes históricos foram quebrados. Em Blumenau e Joinville, os totais do mês ficaram em torno de 1.000 milímetros (equivalente a 1.000 litros/m²), para uma média climatológica mensal de aproximadamente 150 milímetros.

A estação meteorológica da Epagri/Furb localizada em Blumenau, registrou do dia 1º até o dia 30 de novembro de 2008, um total de 1.002 milímetros, sendo que o recorde anterior obtido nessa estação era de 167,2 mm e pela estação da Agência Nacional de Águas (ANA) era de 281,8 mm, registrados em 2006 e 1961, respectivamente. A estação da Epagri/Furb localizada em Blumenau, registrou no mês de novembro, 283,1 mm em apenas 24 horas, sendo que, o recorde anterior obtido por essa estação era de 74,9 mm e pela estação da ANA era de 110,9 mm, registrados no dia 3 de novembro de 2007 e 1º de novembro de 1961, respectivamente.

Quando incluídos outros meses na análise, os totais acumulados de chuva de novembro de 2008 persistem como os de maior registro histórico, inclusive, na comparação com o marcante evento ocorrido em julho de 1983. Joinville detinha o recorde de 831,9 mm, obtido em fevereiro de 1995, sendo superado pelos 968,8 mm registrados em novembro de 2008. Em Blumenau, os 1.002 mm registrados em novembro de 2008 superaram os recordes de mais de 500 mm registrados em janeiro de 1989 e julho de 1983.

Na comparação dos maiores registros diários obtidos em novembro de 2008 (todos obtidos entre os dias 22 e 23) com o evento de julho de 1983 e durante qualquer outro período, tem-se que os 283,1 mm registrados em novembro de 2008, em Blumenau, superaram o recorde anterior de 190,4 mm observados no dia 1° de fevereiro de 1970. Dentre os municípios analisados, apenas os registros de Florianópolis e Joinville, observados em novembro de 2008, não superaram os respectivos recordes anteriores, datados em 11 de março de 1978 e 26 de setembro de 1995, respectivamente (Fonte: Epagri/Ciram, 2008).

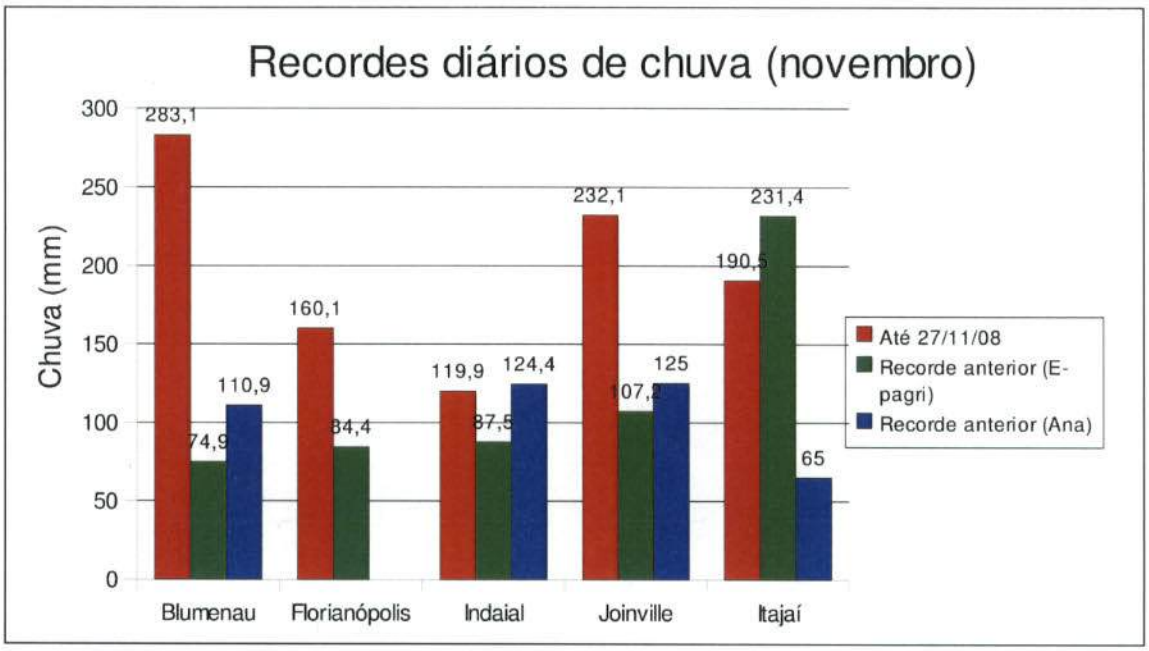


Figura 5.65 - Recordes diários de chuva – novembro.

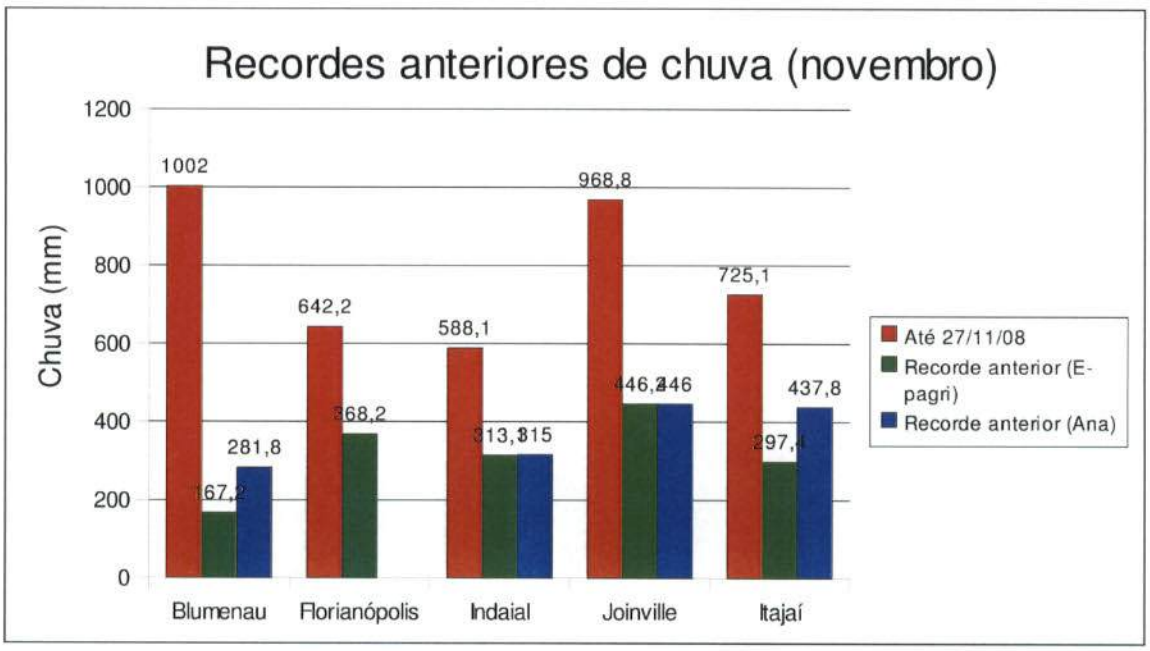


Figura 5.66 - Recordes anteriores de chuva – novembro.

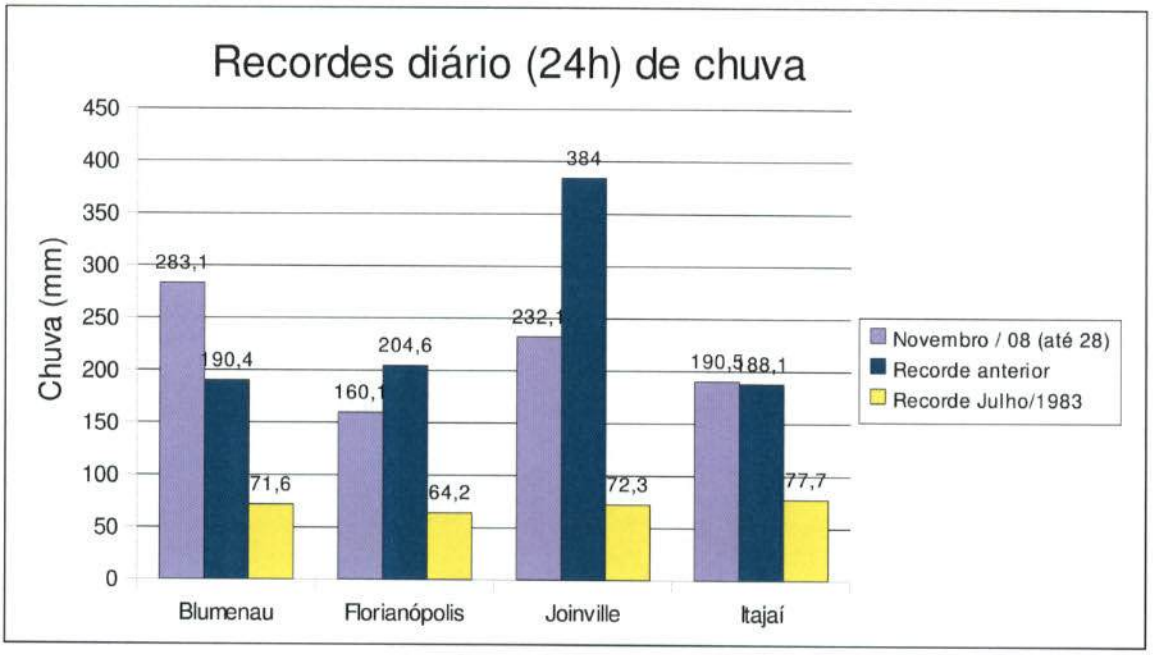


Figura 5.67 - Recordes diários (24h) de chuva.

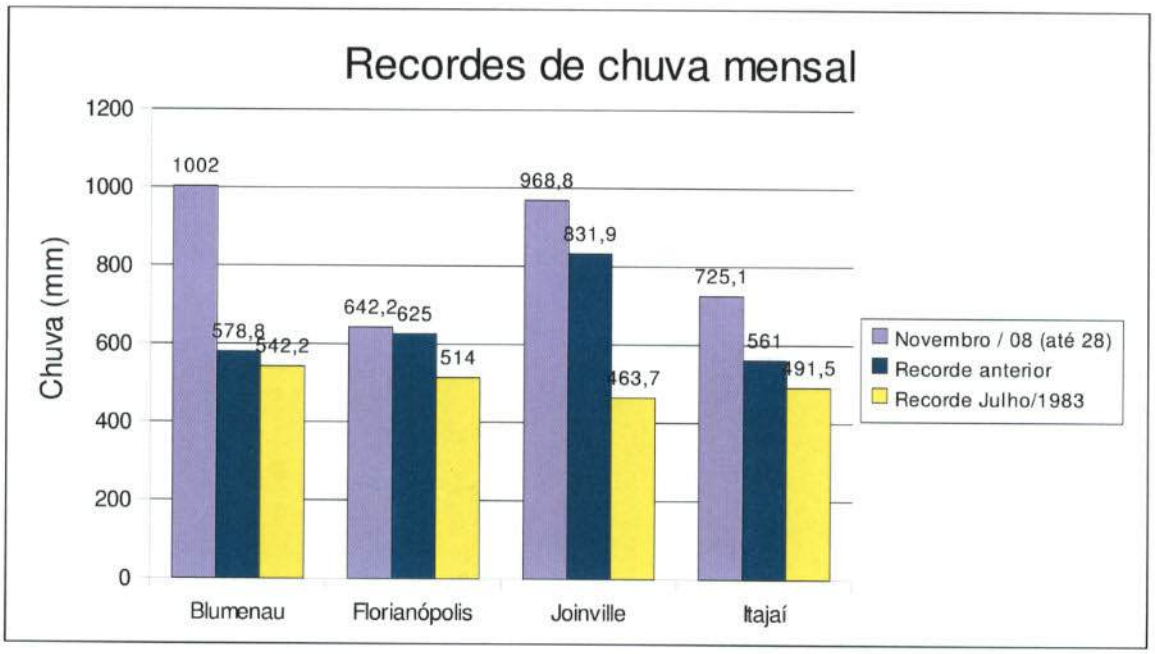


Figura 5.68 - Recordes de chuva mensal.

O trabalho efetuado pelos técnicos do IPT de São Paulo, geólogos Guido Guidicini e Oswaldo Yujiro Iwasa (1976), concluiu que quando a pluviosidade ultrapassar de 250 a 300 mm em três dias, ou nesse período ultrapassar 20% da

média anual, seria inevitável a ocorrência de instabilidades de encostas, taludes de cortes e aterros.

Exemplos dessas consequências, tem-se os escorregamentos de encostas ocorridos em Blumenau, Ilhota e Gaspar, ou sendo mais específico na tragédia no Morro do Baú.

Portanto, caso a duplicação da BR-470 venha a ser realmente executada, diante do fato acima citado, pode-se levar em consideração, no momento da elaboração do projeto, uma série histórica que venha englobar as ocorrências dos últimos anos, a fim de contribuir para uma melhor aproximação dos valores reais de intensidade de precipitação para essa região específica.

Com isso, pode-se ter uma melhor confiabilidade no momento da elaboração do projeto de drenagem, quando se adotar os valores extraídos do estudo hidrológico.

5.1.6.5 Usos da água

A seguir, apresenta-se os principais usos da água na área de influência direta do empreendimento.

5.1.6.5.1 Abastecimento público

Cada município tem sua forma de captação, tratamento e abastecimento de água, bem como o tratamento de seus efluentes urbanos. Os municípios de Indaial e Ilhota contam com captação, tratamento e abastecimento de água através da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan). Já os municípios de Navegantes, Gaspar e Blumenau possuem um Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (Samae).

Os pontos de captação de água para o abastecimento público estão – em grande parte – no rio Itajaí-Açu, ao sul da rodovia federal BR-470. Devido a esse fato se faz necessário conhecer as coordenadas geográficas de cada ponto, com o intuito de prognosticar e mitigar possíveis interferência nas propriedades físicos-químicas e biológicas das águas pelas atividades de obras da duplicação da rodovia

em questão; como por exemplo: movimentações de terras e implantação da manta asfáltica.

É importante mencionar que o município de Navegantes não possui captação própria, dependendo exclusivamente do município de Itajaí para o abastecimento de sua população.

As coordenadas geográficas de cada ponto se encontram na tabela a seguir e podem ser visualizadas no Mapa de Pontos de Captação de Água para Abastecimento Público, apresentado na página 41, do Volume II – Mapeamento Temático, Tomo I.

TABELA 5.28 - COORDENADAS DOS PONTOS DE CAPTAÇÃO D'ÁGUA

MUNICÍPIO	X	Y
Ilhota	710482	7029448
	715688	7022666
	720726	7029542
Gaspar	697879	7034376
	702626	7020034
	699322	7023996
	707263	7011769
Blumenau	691212	7044202
	687967	7025424
	691902	7022040
	688381	7012306
Indaial	673559	7023597

5.1.6.5.2 Abastecimento industrial

Os abastecimentos industriais são realizados em fábricas ou empresas de atividades industriais de cristal, aço, mecânica, material de transporte, papel e papelão, têxtil e vestuário, alimentos, bebidas, gráficas e plásticos. A água igualmente é utilizada em parques industriais, como caldeiras, dispositivos para resfriamento, lavagem, banheiros e outros serviços dentro das empresas. Em seu

estado de vapor também é utilizada para a geração de energia elétrica ou para qualquer outro uso ou aproveitamento.

5.1.6.5.3 Atividades agropecuárias

É considerada a aplicação da água para irrigação destinada à produção agrícola, sempre que os produtos não tenham sido objeto de transformação industrial, incluindo a aplicação para a criação e engorde de gado, aves de curral e também para irrigação de arroz e demais culturas como batata inglesa e doce, feijão, cana-de-açúcar, laranja, maçã, milho, melancia, maracujá, palmito, mandioca, mamão, fumo, tomate, uva e tangerina.

Alguns municípios da região em estudo tem maior expressividade no setor primário do que os outros. É o caso dos municípios de Gaspar e Ilhota.

Em Gaspar destaca-se o cultivo de arroz irrigado, cultura que utiliza grande quantidade de água, produzido em todo o território do município (área plantada de aproximadamente 3.200 hectares), assim como os cultivos de fumo, milho e a agricultura de subsistência, que são praticados em menor escala. Ainda destaca-se a pecuária, principalmente na criação do gado de corte e leiteiro e, ultimamente, existe um incentivo à piscicultura.

Em Ilhota, outro município com expressividade no setor primário da economia, destaca-se o cultivo de arroz irrigado, numa área de 3.000 hectares, e de banana, numa área de 586 hectares. A agricultura representa 55% da fonte de renda do município. Na pecuária são mais de 19,5 mil cabeças (gado leiteiro e de corte), existindo ainda a piscicultura, a avicultura e as chamadas culturas alternativas.

5.1.6.6 Qualidade da água

Esse item tem por objetivo apresentar a qualidade das águas dos rios, córregos e canais à montante e jusante da área próxima do acesso do futuro trecho rodoviário BR-470.

A avaliação da qualidade dos recursos hídricos superficiais é regida pela Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, que "dispõe sobre a

classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências". Essa classificação é baseada nos usos da água e divide-se em: abastecimento público, dessedentação de animais, recreação, preservação da fauna e flora naturais, atividades agropastoris, navegação, uso paisagístico etc.

Os parâmetros que foram analisados se referem as seguintes características: temperatura atmosférica e temperatura da amostra; oxigênio dissolvido (OD); demanda química de oxigênio (DQO); demanda bioquímica de oxigênio (DBO5); óleos e graxas, totais e virtuais; sólidos dissolvidos totais; fósforo total; nitrato; nitrito; turbidez; cor verdadeira; pH; clorofila A; nitrogênio amoniacal total e coliformes termotolerantes.

5.1.6.6.1 Pontos de amostragem

Foram selecionados 22 locais para a amostragem da qualidade da água. Os critérios de seleção foram: representatividade do curso d'água para a bacia interceptada; principais afluentes do rio Itajaí-Açu; cursos d'águas que cortam áreas de cultivos antes de cruzar com a rodovia; cursos d'água que cortam áreas urbanas antes de cruzar com a rodovia e locais utilizados para abastecimento público ou para dessedentar os animais.

Ao todo, os corpos hídricos selecionados buscam expressar a realidade encontrada ao longo do trecho estudado. Dentre eles, a represa das Caieiras - encontrada ao norte da rodovia e numa cota superior - é responsável pelo abastecimento da população do município de Ilhota e apresenta-se a mais ou menos 30 metros do eixo da rodovia.

A represa e os demais cursos d'água estão ilustrados no Mapa dos Pontos de Análise da Qualidade da Água (Volume II – Mapeamento Temático, Tomo I, página 43). Sua identificação e suas coordenadas geográficas também podem ser visualizadas na tabela 5.29. Observa-se que um resumo dos métodos utilizados na realização das as análises laboratoriais, bem como o laudo das mesmas estão apresentados, respectivamente, nos itens 13.6 e 13.7 do Capítulo 13 – Anexos.

TABELA 5.29 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA.

CURSO D'ÁGUA	PONTO	COORDENADAS	
		X	Y
Sem identificação	00	732328,10	7024571,43
Córrego Guaporuma	01	730760,47	7026416,96
Córrego Santiago	02	729559,27	7027177,90
Represa das Caieiras	03	720598,71	7029585,60
Rio Luiz Alves	04	718478,91	7028390,98
Sem identificação	05	715273,15	7025028,68
Córrego da Lagoa	06	711258,69	7024357,82
Ribeirão do Arraial	07	706800,68	7023539,08
Córrego do Sertão	08	704183,16	7022134,90
Rio Itajaí-Açu	09	700888,83	7021510,71
Córrego Saltinho	10	698171,01	7025925,29
Ribeirão Belchior	11	695727,04	7026763,91
Ribeirão Fortaleza	12	690436,40	7027429,90
Rio Itoupava do Norte	13	693310,38	7027601,61
Sem identificação	14	688130,69	7026479,50
Sem identificação	15	687325,71	7026183,68
Rio Testo	16	684356,37	7025119,35
Rio Itajaí-Açu	17	681520,59	7025622,30
Ribeirão Kellmann	18	679517,39	7026451,34
Ribeirão da Mulde	19	675959,73	7026686,25
Rio Benedito	20	674788,61	7025840,70
Ribeirão Estradinha	21	671853,52	7023141,69

Dados: Identificação dos cursos d'águas obtidos junto ao IBGE.

5.1.6.6.2 Resultados obtidos

A seguir é apresentada a tabela 5.30, com o resumo dos resultados obtidos da coleta e análise da água dos pontos selecionados.

TABELA 5.30 - RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS DA COLETA E ANÁLISE DA ÁGUA DOS PONTOS SELECIONADOS

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	PONTO00	PONTO01	PONTO02	PONTO03	PONTO04	PONTO05	PONTO06	PONTO07	PONTO08	PONTO09	PONTO10
Temperatura	°C	---	21	20	21	21	22	22	21	23	20	19	22
Temperatura ar	ºC	---	22	22	23	24	25	25	25	26	26	26	26
Oxigênio Dissolvido	mg O_2/L	não inferior a 5	3,21	3,61	6,22	8,84	8,03	5,02	9,04	9,64	4,62	8,43	9,24
Demanda Química de Oxigênio	mg O_2/L	---	22	13	18	7	<6	28	10	6	17	8	< 6
Demanda Bioquímica de Oxigênio (5 dias)	mg DBO_5/L	não superior a 5	6	4	5	2	<2	8	3	<2	5	3	2
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	2800	2400	810	610	2800	1000	1400	1900	2900	1600	320
Óleos e Graxas Totais	mg OG/L	---	< 1,0	< 1,0	< 1,0	<1,0	<1	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Óleos e Graxas Visual	-	virtualmente ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausente	ausente	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	228	246	204	48	152	80	142	142	114	148	94
Fósforo Total	mg P/L	0,1	0,19	0,35	0,02	0,58	0,81	<0,02	0,05	0,26	0,19	1,18	0,23
Nitrato	mg N- NO_3/L	10	< 0,20	< 0,20	< 0,20	0,48	0,43	0,27	0,61	0,41	0,84	0,62	0,82
Nitrito	mg N- NO_2/L	1	< 0,004	< 0,004	0,01	<0,004	<0,004	<0,004	< 0,004	< 0,004	0,04	0,02	< 0,004
Turbidez	NTU	até 100	>450	21,7	8,45	3,76	>450	36,9	>450	38	31,7	7,69	25,5
Cor Verdadeira	U.C	até 75	439	49	53	30	342	232	282	258	210	55	107
pH	-	6,0 à 9,0	6	7,27	6,82	6,42	7,08	5,99	6,46	7,27	6,54	7,11	7,08
Clorofila a	ug/L	30	0,89	22	2,91	7,56	44,3	1,25	7,54	9,38	15,6	3,22	2,92
Nitrogênio Amoniacal Total	mg NH_3-N/L	---	< 0,05	0,2	0,53	0,14	0,13	0,67	0,15	0,41	1,96	0,44	0,85

Nota: VMP – valor máximo permitido segundo a resolução Conama nº 357, art°.15 (2005).

TABELA 5.30 - RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS DA COLETA E ANÁLISE DA ÁGUA DOS PONTOS SELECIONADOS (CONTINUAÇÃO)

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	PONTO11	PONTO12	PONTO13	PONTO14	PONTO15	PONTO16	PONTO17	PONTO18	PONTO19	PONTO20	PONTO21
Temperatura	°C	---	21	19	20	19	20	19	18	19	18	18	18
Temperatura ar	ºC	---	26	26	26	27	26	26	25	25	24	24	24
Oxigênio Dissolvido	mg O_2/L	não inferior a 5	8,63	7,03	7,03	6,63	3,61	8,43	8,43	8,23	8,84	8,63	6,43
Demanda Química de Oxigênio	mg O_2/L	---	7	9	11	14	8	8	48	11	13	8	24
Demanda Bioquímica de Oxigênio (5 dias)	mg DBO_5/L	não superior a 5	2	3	3	4	2	2	15	3	4	2	6
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	4900	1500	17000	12000	9000	7900	27000	6200	3600	18000	12000
Óleos e Graxas Totais	mg OG/L	---	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Óleos e Graxas Visual	-	virtualmente ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	162	152	186	218	140	98	232	198	94	102	182
Fósforo Total	mg P/L	0,1	0,07	0,06	0,08	0,45	0,13	0,02	1,96	0,11	< 0,02	0,1	0,17
Nitrato	mg N- NO_3/L	10	< 0,20	0,81	0,85	3,54	0,66	0,59	< 0,20	0,87	0,57	0,5	3,88
Nitrito	mg N- NO_2/L	1	0,07	0,05	0,17	0,1	0,04	0,02	< 0,004	0,16	< 0,004	< 0,004	0,08
Turbidez	NTU	até 100	>450	15,9	28,7	16,6	14,6	>450	12,4	32,5	33,5	33,7	30,9
Cor Verdadeira	U.C	até 75	310	85	173	83	65	289	49	211	205	252	221
pH	-	6,0 à 9,0	7,01	7,09	7,03	7,33	6,79	7,13	7,07	7,2	7,13	6,84	6,89
Clorofila a	ug/L	30	8,19	0,74	2,67	0,78	2,72	< 0,5	5,24	5,18	20,7	< 0,5	42,6
Nitrogênio Amoniacal Total	mg NH_3-N/L	---	0,34	1,22	0,56	1,79	0,6	0,46	1,46	0,22	0,67	0,62	1,02

Nota: VMP – valor máximo permitido segundo a resolução Conama nº 357, art°.15 (2005).

5.1.6.6.3 Discussão dos resultados

As análises demostraram que, em quase todos os pontos, existem parâmetros em desacordo com os padrões estabelecido pela Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, art°15. Dentre esses parâmetros, os que se destacam são os coliformes termotolerantes, a cor verdadeira e o fósforo total.

Dos 22 pontos, apenas três não se apresentaram contaminados por coliformes termotolerantes. Dentre os que estão contaminados, o ponto17 (rio Itajaí-Açu) – localizado entre os municípios de Indaial e Blumenau – apresentou a maior contaminação, 27.000 UFC/100 ml. Nesse mesmo ponto, também observou-se a maior contaminação por fósforo total (1,96 mg/L) e maior DBO5 (15 mg/L), ambas muito acima do valor permitido para essa classe de água.

Os coliformes são um grupo de bactérias consideradas o principal bioindicador de organismos patógenos na água, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, como a cólera, a febre tifoide, a disenteria bacilar etc. Os coliformes termotolerantes – bactérias restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente – são a melhor indicação de contaminação sanitária.

A cor verdadeira apresentou 16 pontos em desacordo com a legislação vigente, tendo no ponto 00 o seu maior valor encontrado: 439 UC. Além desse parâmetro em desacordo, encontrou-se o OD (3,21 mg/L), a DBO5 (6 mg/L), os coliformes termotolerantes (2.800 UFC/100 ml), o fósforo total (0,19 mg/L) e a turbidez (>450 NTU). Esse ponto representa as águas de drenagem de uma área urbana com consolidação social de baixa renda e cerca de três indústrias marginais ao trecho rodoviário no município de Navegantes.

A cor verdadeira resulta da presença de substâncias dissolvidas e coloidais. Está associada ao ferro ou manganês, a decomposição da matéria orgânica, a algas e a efluentes industriais ou sanitários. Dentre os efluentes industriais, podemos citar os efluentes de curtumes (taninos), os efluentes de indústrias têxteis e de pigmentos (anilinas) e os efluentes de indústrias de celulose e papel e de madeira (lignina e celulose).

O fósforo total obteve em 13 pontos valores acima do permitido pela Conama nº 357, de 17 de março de 2005, art°15. O local amostrado que obteve o

maior valor foi o ponto 17 (1,96 mg/L), já ressaltado acima. O segundo local com maior valor encontrado foi o ponto 09 (1,18 mg/L). Esse ponto representa as águas do rio Itajaí-Açu, entre os municípios de Blumenau e Gaspar. Além do fósforo total, nesse ponto os coliformes termotolerantes também estão acima do valor permitido, 1.600 UFC/100 ml.

O fósforo, em suas diversas formas, é um dos principais nutrientes para os processos biológicos dos organismos aquáticos. Em excesso acelera o desenvolvimento das cianobactérias, causando o fenômeno da eutrofização. Ele pode ser proveniente de efluentes sanitários e efluentes industriais, como as indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios. Seu aumento nas águas também está associado as áreas agrícolas, através do uso intensivo de fertilizantes.

De todos os pontos apenas quatro apresentaram valores de oxigênio dissolvido abaixo dos limites mínimos estabelecidos. No ponto 00 foi observado o menor valor, 3,21 mg/L.

O oxigênio dissolvido é uma substância vital para o metabolismos aeróbico dos organismos aquáticos. Suas fontes de OD nas águas provêm dos processos de dissolução/aeração e do processo de fotossíntese. A sua solubilidade varia inversamente com a temperatura e a salinidade e diretamente com a pressão atmosférica. A redução do oxigênio dissolvido na água pode ser associada aos efluentes sanitários e alguns efluentes industriais, como às indústrias de abatedouros, aos frigoríficos, laticínios e papel e celulose.

Quatro pontos, dos 22 analisados, demostraram uma demanda bioquímica de oxigênio acima do valor máximo permitido. Como já citado, a maior demanda encontrada foi 15 mg/L, no ponto17.

A demanda bioquímica de oxigênio é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbica. É um indicador indireto da concentração de matéria orgânica biodegradável. O aumento da DBO5 nas águas é provocado por compostos predominantemente orgânicos. Está associado aos efluentes sanitários e alguns industriais, como à indústria têxtil, aos curtumes, abatedouros e à indústria do açúcar e álcool.

A turbidez foi superior ao permitido em cinco pontos, dos 22. Nesses, todos os valores demostrados ultrapassaram a curva de análise, estando superior a 450 NTU. Esse parâmetros determinam a medida de transparência da água à luz, ou seja, medem o grau de dispersão que um feixe de luz tem ao atravessar uma porção de água. Suas principais causas são a presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, coloides etc.) e matéria orgânica (organismos microscópicos e algas). A poluição por esses materiais pode ser provocada através da erosão e/ou mineração do solo, lançamento de efluentes industriais e lançamento de efluentes sanitários.

Dois pontos, dos 22 analisados, apresentaram índices de clorofila A acima do valor permitido. O ponto 04, com 44,3 ug/L e o ponto 21, com 42,6 ug/L. A clorofila A é a mais comum das clorofilas (A, B, C e D) e representa, aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas, sendo, por isso, um indicador da biomassa algal. A clorofila A é considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos. O estado trófico é o grau de enriquecimento por nutrientes e seus relacionamento com o crescimento dos micro-organismos aquáticos.

5.1.6.6.4 Identificação das fontes poluidoras existentes

Poluição pode ser definida como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitária do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (ARRUDA *et al.*, 2001).

É considerada como poluição da água o lançamento de substâncias químicas, físicas ou biológicas que afetam diretamente as características naturais das águas e/ou da vida, ou que venham a lhes causar efeitos adversos secundários.

Na área de influência do empreendimento as principais fontes poluidoras existentes são:

- esgotamento sanitário: a principal fonte poluidora na maioria dos municípios da região de estudo é a falta de tratamento dos esgotos sanitários e a disposição final desses. No Estado de Santa Catarina, pouco mais de 13% dos municípios tem seus esgotos sanitários tratados e dispostos adequadamente;
- agropecuária: há poluição através da suinocultura, agrotóxico do cultivo do arroz e outras culturas que são desenvolvidas na região;
- influência das indústrias da região: ao longo do traçado da rodovia já existente (BR-470) encontram-se instaladas empresas de diversos ramos de atuação, dentre elas: cristal, aço, mecânica, papel e papelão, plástica, têxtil e vestuário, produtos alimentícios, bebidas, eletrodomésticos, pátios de contêineres, serralherias, fertilizantes, instalações do complexo portuário de Navegantes, bem como postos de combustíveis.

Na fase de implantação da rodovia a deterioração da qualidade das águas poderá ser atribuída às seguintes atividades:

- intensificação de processos erosivos, causando a turbidez através do aumento dos níveis de sólidos em suspensão nos corpos d'água durante e após a supressão de vegetação e as obras de terraplanagem, principalmente na instalação das obras de arte correntes;
- geração, acondicionamento e disposição final de resíduos sólidos gerados no canteiro de obra e demais instalações de apoio necessárias para a obra;
- geração e lançamento de efluentes líquidos do canteiro de obras, oriundos das instalações sanitárias, refeitórios, áreas de lavagem, usina de asfalto e oficina.

Durante a fase de operação da rodovia a contaminação potencial dos corpos d'água pertencentes às microbacias sob influência do traçado determinado ocorre em função de três fatores principais:

- instalações ao longo da rodovia, devido ao despejo de efluentes sanitários, graxas e óleos;
- carreamento, por ação das chuvas locais, de resíduos sólidos depositados incorretamente pelos usuários da via, precipitação de aldeídos, hidrocarbonetos, bem como outros materiais sólidos – borracha de pneus, lonas de freios, além daqueles caídos de cargas transportadas etc.;
- acidentes com cargas potencialmente poluidoras (Bellia e Bidone, 1992).

Para a identificação mais precisa das fontes potencialmente poluidoras junto à área de influência direta do empreendimento serão realizados, durante as fases de construção e operação da rodovia, levantamentos de campo, resultando na identificação dos pontos da rodovia onde as travessias dos corpos d'água poderão sofrer interferências de indústrias, postos de combustíveis, falta de esgotamento sanitário, atividades agropecuárias e atividades da própria operação da rodovia. Os resultados dessas atividades deverão ser apresentados no relatório do Plano Básico Ambiental – PBA.

5.1.7 Níveis de ruído

Durante a fase de obras de duplicação de uma rodovia, as atenções sobre a geração de ruídos e de poluição atmosférica devem estar focadas, basicamente, para as ações realizadas durante o desmonte de rocha, nas caixas de empréstimo e nas pedreiras, utilizadas para o empréstimo do material; nas usinas de asfalto, utilizadas para a fabricação do Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ); além das frentes de terraplenagem, de pavimentação e de abertura de caminhos de serviço.

Neste item serão descritas as atividades a serem desenvolvidas na fase de construção do trecho de duplicação da rodovia.

5.1.7.1 Atividades realizadas na abertura de caminhos de serviço

Caminhos de serviço são vias temporárias implantadas com objetivo de permitir o tráfego mais eficiente de equipamentos e maquinário ao local das obras,

seja para otimizar as atividades construtivas ou para garantir o acesso a área de exploração de materiais e insumos necessárias à atividade (BELLIA, 1992). Dentre as atividades necessárias para a implantação desses acessos temporários, estão incluídas a supressão de vegetação e conformação do solo.

Dessa forma há a necessidade de emprego de maquinário e veículos específicos, os quais são considerados fontes de geração de ruídos e emissões atmosféricas.

5.1.7.2 Atividades realizadas nos desmontes de rocha, caixas de empréstimo e pedreiras

As principais fontes geradoras de ruídos e poluição atmosférica durante a fase de obras estão relacionadas ao emprego de explosivos, britadores, marteletes e compressores de ar, além da movimentação de maquinário pesado (caminhões, escavadeiras, retro escavadeiras, entre outros).

São utilizados explosivos quando da necessidade de desmonte de rocha para a implantação do corpo estradal e obtenção de material de construção, bem como nas frentes de lavras das pedreiras. Equipamentos como britadores e marteletes são usualmente utilizados para conferir as dimensões necessárias às rochas extraídas. Em ambos os processos é necessária a utilização de caminhões e retro escavadeiras durante o manejo do material.

Esses equipamentos citados anteriormente são potenciais fontes emissoras de ruídos e poluição atmosférica, seja decorrente das emissões gasosas, como da suspensão de material particulado durante o seu trânsito.

5.1.7.3 Atividades realizadas na usina de asfalto

As instalações de usinagem de asfalto, normalmente, possuem estruturas de estocagem, dosagem e transferência de agregados frios; secador rotativo com queimador; estrutura de transferência, peneiramento, estocagem e pesagens de agregados quentes; transferência e estocagem de "filler"; sistema de estocagem e aquecimento de óleo combustível e de cimento asfáltico; além de misturador.

5.1.7.4 Atividades realizadas nas operações de terraplenagem

As atividades envolvidas nas obras de terraplenagem e conformação de taludes exigem, normalmente, a movimentação de grandes volumes de solo. Necessitam o emprego de maquinário pesado, os quais contribuem para a geração de ruído excessivo, suspensão de material particulado (proveniente de suas descargas e suspensão de poeira) e geração de lama, além do aumento considerável da emissão de gases de combustão.

As principais emissões de ruídos são resultantes da operação dos veículos e equipamentos de construção, como caminhões e tratores.

5.1.7.5 Atividades realizadas durante a pavimentação

As obras de pavimentação compreendem atividades relacionadas à aplicação do betume. Para tanto, necessitam o emprego de maquinário pesado, os quais contribuem para a geração de ruído excessivo, suspensão de material particulado (proveniente de suas descargas e suspensão de poeira) e geração de lama, além do aumento considerável da emissão de gases de combustão. Além disso, as atividades de aplicação do betume envolvem processos que necessitam altas temperaturas, resultando na emissão de fumos e vapores.

As principais emissões de ruídos são resultantes da operação dos veículos e equipamentos, como caminhões caçambas (para transporte do concreto betuminoso) e equipamentos para o espalhamento (acabadoras) e compressão da mistura (rolos pneumáticos, rolos metálicos lisos e rolos vibratórios).

5.1.7.6 Equipamentos

Neste item é apresentada, na tabela 5.31, uma estimativa de equipamentos necessários para a execução de obras. As potências e capacidades indicadas referem-se a sugestões, admitindo, portanto, variações.

TABELA 5.31 - ESTIMATIVA DE MAQUINÁRIO EMPREGADO PARA A EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES CONSTRUTIVAS

EQUIPAMENTOS	POTÊNCIA/CAPACIDADE
Trator de esteiras com lâmina	165 HP
Trator de esteiras com lâmina	80 HP
Carregadeira de pneus	170 HP
Motoniveladora	135 HP
Escavadeira hidráulica sobre esteira	128HP
Rolo pé de carneiro autopropelido	9,5 ton
Grade de disco 24 x 24	-
Trator de pneus	80 HP
Retroescavadeira	70 HP
Caminhão tanque	10.000 l
Rolo liso vibratório autopropelido	11 ton
Rolo liso vibratório autopropelido tipo tandem	12 ton
Rolo compactador de pneus autopropelido	21 ton
Caminhão distribuidor de asfalto	6.000 l
Caminhão basculante	10 m³
Caminhão basculante	6 m³
Vibroacabadora de asfalto	-
Conjunto de perfuração de rocha	-
Betoneira a diesel	320 l
Caminhão de lubrificação e abastecimento	8 ton
Usina de solo	-
Usina de asfalto	60 a 70 ton/h
Grupo gerador	180 HP
Caminhão tanque com moto-bomba e barra irrigadora	5000 l
Soquete mecânico (tipo SAPO)	-

Fonte: Adaptado de estudo realizado para pavimentação da via expressa Criciúma – Içara.

5.1.7.7 Propagação do som

O som é resultante da variação da pressão ou da velocidade de moléculas em um meio fluido e é uma forma de energia que é transmitida pela colisão dessas moléculas (GERGES, 1992). A diferença entre som e ruído está atrelada às características dos sons emitidos, em relação a seu receptor. Sons tornam-se ruídos

quando são desagradáveis ou indesejáveis ao receptor, conferindo a essa propriedade um caráter bastante subjetivo, dependendo de cada indivíduo, sua formação sociocultural e seu estado emocional.

A unidade utilizada para medir o som (e ruído) é o decibel (dB), correspondente a décima parte do bel, escala logarítmica utilizada para relacionar determinada intensidade de energia (I) com a intensidade de energia de referência (I0), ou relacionar a pressão (P) com a pressão de referência (P0) (MENEZES, 2007).

5.1.7.7.1 Nível de pressão sonora

O nível de pressão sonora (NPS) é definido como a variação da pressão em relação a uma pressão de referência, dado pela equação:

$$NPS = 20.(\log \frac{P}{P_0})$$

Onde:

- P = pressão;
- P_0 = pressão de referência.

Trata-se de uma medição pontual, que decai proporcionalmente com o aumento da distância. Aplicando definições da acústica, verifica-se matematicamente que o decaimento da pressão sonora ocorre na ordem de 6 dB quando dobra-se a distância entre a fonte emissora e o receptor ($d_A / d_B = 1/2$).

Com área (A) constante, a variação ocorrerá apenas no vetor força ($\vec{F}$). Dessa forma, têm-se:

$$P_A = \frac{F_A}{A} \quad \text{e} \quad P_B = \frac{F_B}{A}$$

Com a distância relativa, têm-se:

$$d_A / d_B = 1/2 \rightarrow F_B = F_A . 1/2 \text{ , logo } P_B = \frac{F_A}{2A}$$

E, finalmente, aplicando-se a definição de NPS, têm-se:

$$NPS = 20.(\log \frac{P_B}{P_A})$$

$$NPS = 20.(\log P_B - \log P_A)$$

$$NPS = 20.(\log \frac{F_A}{2A} - \log \frac{F_A}{A})$$

$$NPS = 20.(\log \frac{P_A}{2} - \log P_A)$$

$$NPS = 20.(\log P_A - \log 2 - \log P_A)$$

$$NPS = 20.(-\log 2)$$

$$NPS = -6\,dB$$

Por meio dessa expressão, é demonstrado que a pressão no ponto B é igual a metade da existente em A, ou seja, o decréscimo de 6 dB representa a redução da pressão em 50%.

5.1.7.7.2 Nível de pressão sonora equivalente

De acordo com a NBR 10151/00, o nível de pressão sonora equivalente é o nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com ponderação A) referente a todo intervalo de medição. Em outras palavras, o nível de pressão sonora equivalente (L_{eq}) corresponde ao nível constante que possui a mesma quantidade de energia que o conjunto de níveis variáveis da fonte sonora medida (ou que queremos medir).

A sua determinação é realizada a partir da equação normalizada:

$$L_{eq} = 10.\log(\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n} 10^{L_i/10})$$

Onde:

- T = tempo;
- L = nível de pressão sonora medido.

5.1.7.7.3 Adição e subtração de níveis de pressão sonora

Os decibéis não podem ser equacionados aritmeticamente por serem grandezas logarítmicas, entretanto, com a utilização de curvas normalizadas tornam-se operações de baixa complexidade.

a) Adição de decibéis

Com a utilização do gráfico ilustrado na figura 5.69 e o conhecimento dos NPS dos equipamentos envolvidos nas atividades é possível estimar o nível de pressão sonora resultante da soma das fontes.

Com a determinação da diferença entre os NPS medidos, é realizada a leitura no eixo X e determinado o fator de correção no eixo Y do gráfico a seguir. Soma-se o valor do eixo Y ao NPS de maior intensidade medida.

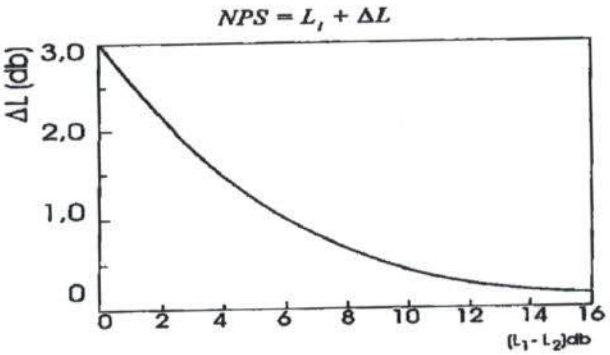


Figura 5.69 - Adição de pressão sonora.

b) Subtração de decibéis

Para a subtração de decibéis o procedimento é semelhante ao da adição. Deve-se conhecer (medir) o nível de ruído total do ambiente (com os equipamentos ligados) bem como o ruído de fundo (com as máquinas desligadas). De posse da diferença dos NPS medidos, deve-se corrigir o nível de pressão com auxílio do gráfico abaixo (figura 5.70)

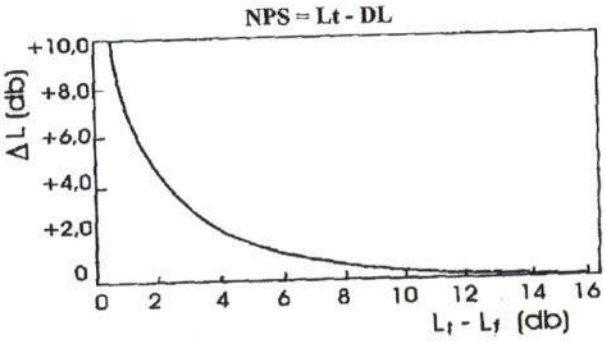


Figura 5.70 - Subtração de pressão sonora.

O procedimento gráfico consiste na realização da leitura da diferença entre os NPS medidos (eixo X) e determinação do fator de correção (eixo Y) no gráfico acima. Após, subtrai-se o valor lido em Y do NPS de maior intensidade medida.

5.1.7.8 Resultados das medições realizadas em campo

Tanto os equipamentos utilizados como a concentração de pessoas e atividades na área do canteiro de obras podem ser considerados fontes de ruídos. Toda essa atividade irá contribuir para redução do conforto acústico no local, o que gera um impacto negativo. No entanto, o diagnóstico da área demostrou a presença de ruídos acima do indicado na Norma Brasileira que rege o tema (tabela 5.32), decorrente do tráfego intenso de motocicletas, veículos leves e pesados (caminhões).

TABELA 5.32 - NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO NCA PARA AMBIENTES EXTERNOS, EM DB(A)

TIPOS DE ÁREAS	DIURNO	NOTURNO
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais e escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151/2000.

5.1.7.8.1 Município de Navegantes

O trecho da rodovia compreendido entre o km 2+000 e o km 15+000 está inserido no município de Navegantes. Nesse trecho foram realizadas quatro medições que ocorreram em áreas levemente urbanizadas (próximo a R1, figuras 5.71 e 5.72) e com predominância rural (pontos R2, R3 e R4, figuras 5.73 a 5.78), características da região.

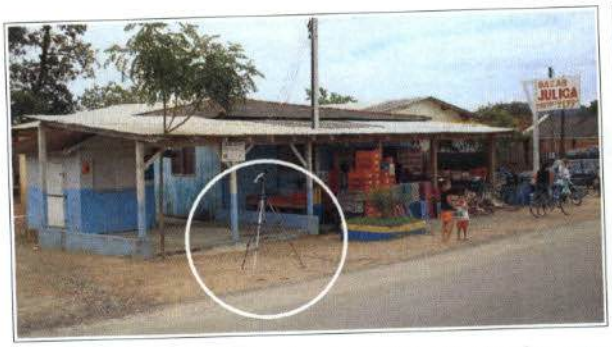


Figura 5.71 - Início do traçado do trecho em estudo, em frente a quitanda localizada próxima ao trevo de navegantes (km 2+000).

Figura 5.72 - Ponto localizado no trevo próximo ao km 5+000, em frente a borracharia.

Figura 5.73 - Ponto localizado em área rural, próximo ao km 7+000.

Figura 5.74 - Ponto localizado em área rural, próximo ao km 11+000.

Figura 5.75 - urbanização de baixa densidade próximo ao km 2+000.

Figura 5.76 - predomínio de áreas rurais no traçado da rodovia (arroz irrigado).

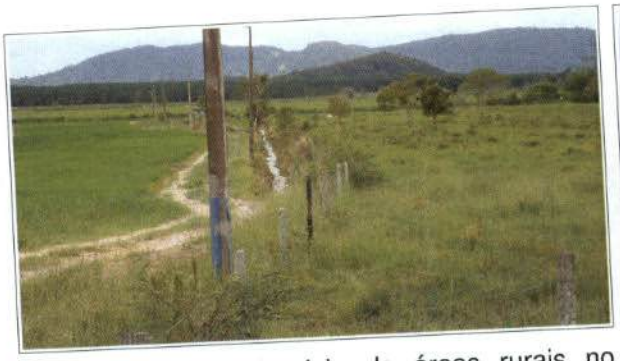


Figura 5.77 - predomínio de áreas rurais no traçado da rodovia.

Figura 5.78 - predomínio de áreas rurais no traçado da rodovia (criação de gado).

Para os pontos amostrados foram detectados níveis de pressão sonora equivalente com os valores de 66,6 dB(A), 74,6 dB(A), 79,6 dB(A) e 76,9 dB(A). Abaixo são apresentados os gráficos gerados pelo equipamento utilizado durante as medições (figuras 5.79, 5.80, 5.81 e 5.82).

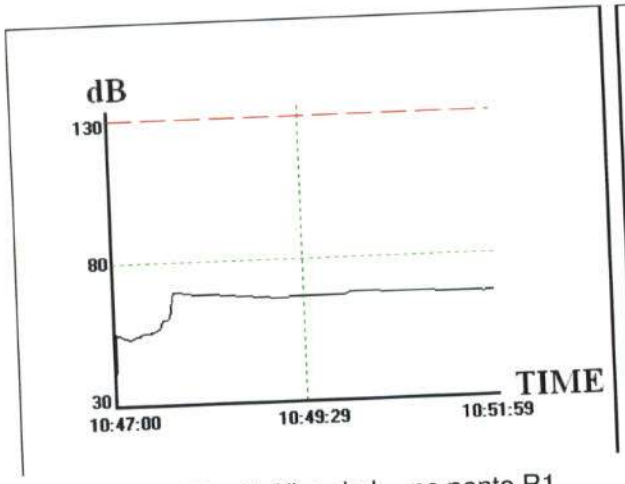


Figura 5.79 - Gráfico de L_{eq} no ponto R1.

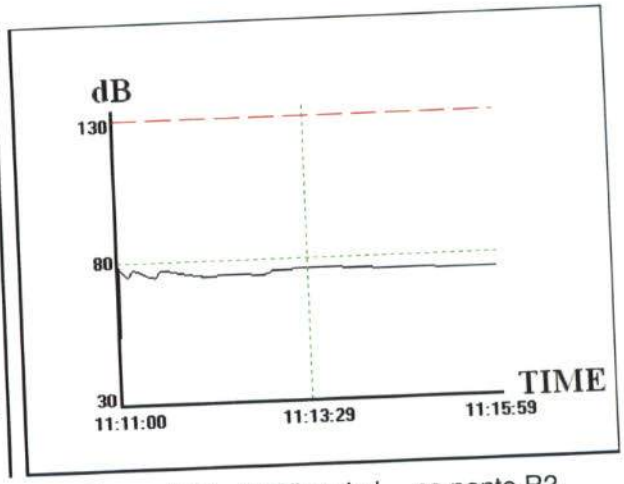


Figura 5.80 - Gráfico de L_{eq} no ponto R2.

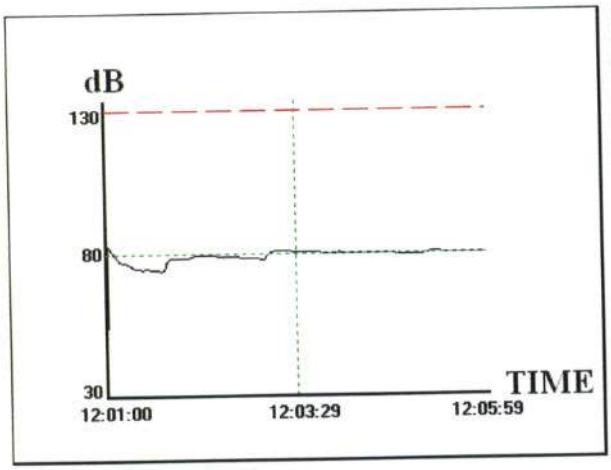


Figura 5.81 - Gráfico de L_{eq} no ponto R3.

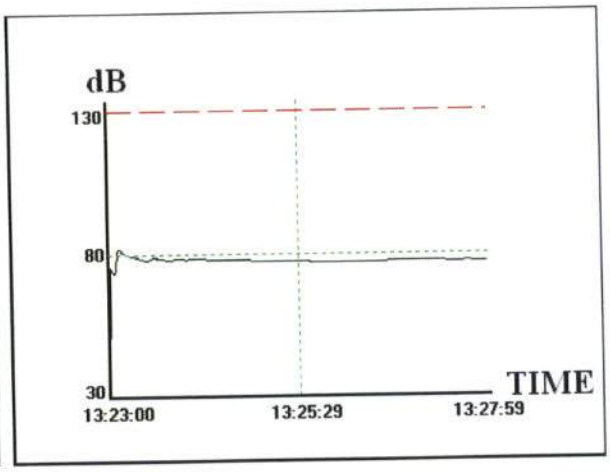


Figura 5.82 - Gráfico de L_{eq} no ponto R4.

Dessa forma, avaliando a situação *in loco*, observou-se que esse trecho do traçado apresenta níveis de ruído variando entre 65,0 dB(A) e 80,0 dB(A), aproximadamente. Pode-se constatar que os níveis mais elevados estão localizados próximos ao cruzamento com a BR-101.

A figura 5.83 seguinte ilustra a localização dos pontos de medição de ruídos em relação ao eixo da rodovia e os limites municipais.

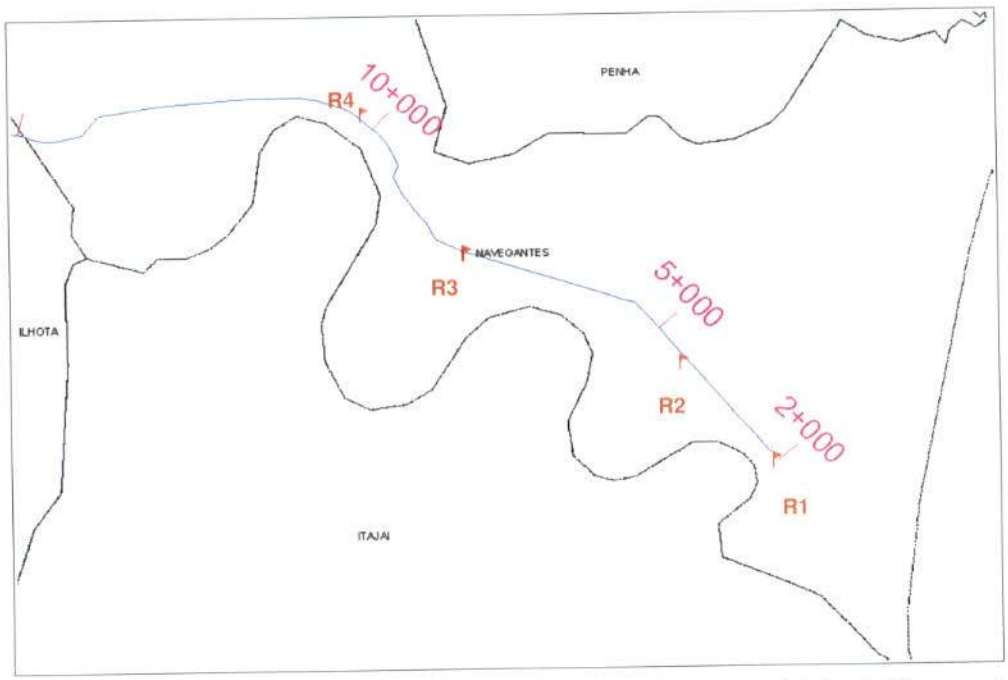


Figura 5.83 - Localização dos pontos de medição de ruídos no município de Navegantes.

5.1.7.8.2 Município de Ilhota

Entre o km 15+000 e o km 29+500, o traçado da rodovia está inserido no município de Ilhota. Essa região apresenta características de ocupação rural, com predomínio de cultivo de arroz irrigado e criação de gado. Nesse trecho foram realizadas duas medições de ruído (R5 e R6, figuras 5.84 a 5.87).

Figura 5.84 - predomínio de áreas rurais no traçado da rodovia (criação de gado).

Figura 5.85 - predomínio de áreas rurais no traçado da rodovia (criação de gado).

Figura 5.86 - Ponto localizado em área rural, próximo ao km 20+000.

Figura 5.87 - predomínio de áreas rurais no traçado da rodovia (arroz irrigado).

Essas medições demonstraram níveis de pressão sonora equivalente da ordem de 80,0 dB(A) e 79,0 dB(A), para os pontos R5 e R6, respectivamente, apresentados na figura 5.88. O ponto R7, embora ilustrado na figura abaixo, pertence ao município de Gaspar.

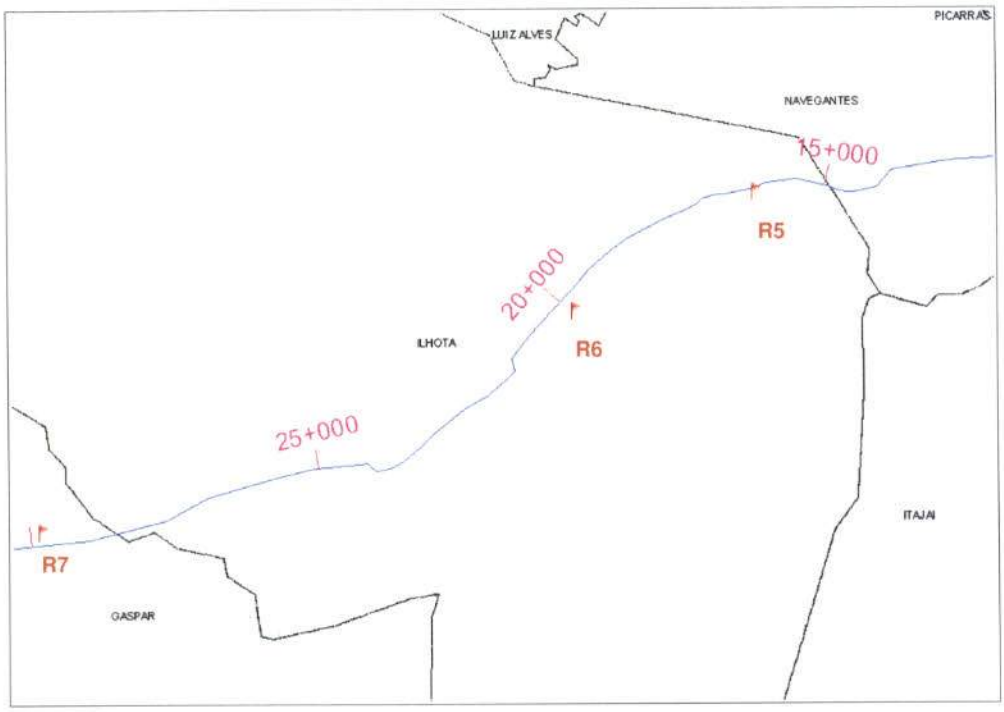


Figura 5.88 - Localização dos pontos de medição de ruídos no município de Indaial.

Abaixo são apresentados os gráficos gerados pelo equipamento utilizado durante as medições (figuras 5.89 e 5.90).

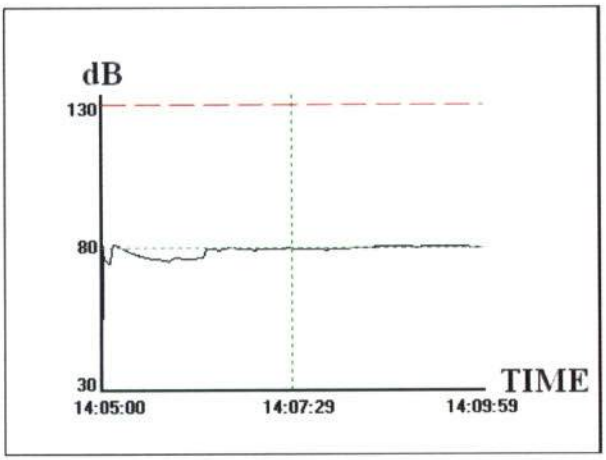


Figura 5.89 - Gráfico de L_{eq} no ponto R5.

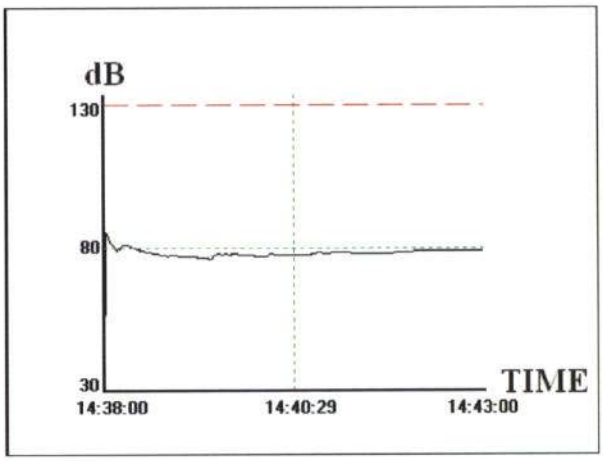


Figura 5.90 - Gráfico de L_{eq} no ponto R6.

Os elevados níveis de ruído estão associados ao tráfego intenso de veículos pesados, além da inclinação da via, que torna necessária a utilização de rotações mais elevadas no trecho.

5.1.7.8.3 Município de Gaspar

O segmento da rodovia inserido no município de Gaspar inicia no km 29+500 e tem seu término próximo ao km 47+000. Nesse trecho foram realizadas medições em áreas com diferentes características. Observou-se a presença predominante de áreas rurais (principalmente arroz irrigado, figuras 5.91 e 5.92). Entretanto, foram observadas áreas com vocação industrial (figura 5.93), além de postos de combustíveis (figura 5.94) e residências próximos a pequenos comércios (figuras 5.95 e 5.96). Como característica comum a diversos trechos da rodovia foram observados locais com aclive e áreas de ultrapassagens de veículos mais lentos.

Figura 5.91 - Ponto localizado em área rural, próximo ao km 30+000 (R7).

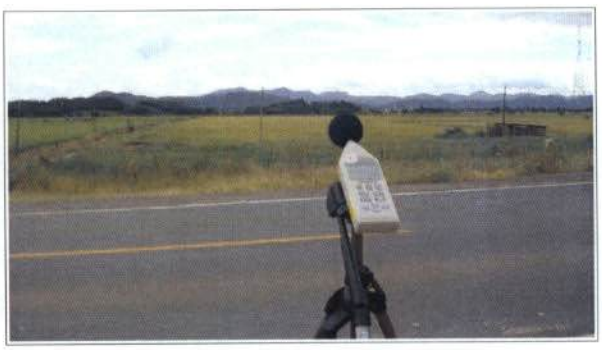


Figura 5.92 - Ponto localizado em área rural, próximo ao km 30+000. Predomínio de áreas rurais no traçado da rodovia (arroz irrigado).

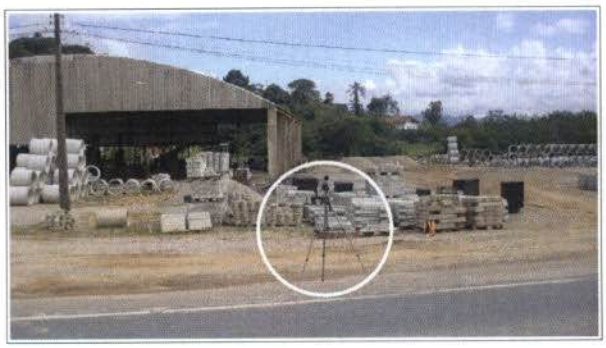


Figura 5.93 - Ponto localizado em frente a fábrica de tijolos e lajotas de cimento (R9).

Figura 5.94 - Ponto localizado próximo a posto de combustíveis (R11).

Figura 5.95 - Ponto localizado próximo a lanchonete e residências (R12).

Figura 5.96 - Ponto localizado em trecho de aclive (sentido Gaspar – Blumenau) (R13).

O nível de pressão sonora equivalente medido nesses pontos variou entre 77,0 dB(A) e 81,9 dB(A) (pontos R10 e R11, respectivamente). O ponto R10 será discutido mais adiante, em conjunto ao R8, por apresentar situação particular. Os níveis medidos nos demais pontos foram: 79,1 dB(A), para R7; 78,6 dB(A), para R9; 81,9 dB(A), para R11; 79,6 dB(A), para R12; e 80,3 dB(A), para R13.

Os gráficos que ilustram as medições de ruído nos pontos citados estão apresentados a seguir (figuras 5.97, 5.98, 5.99, 5.100 e 5.101).

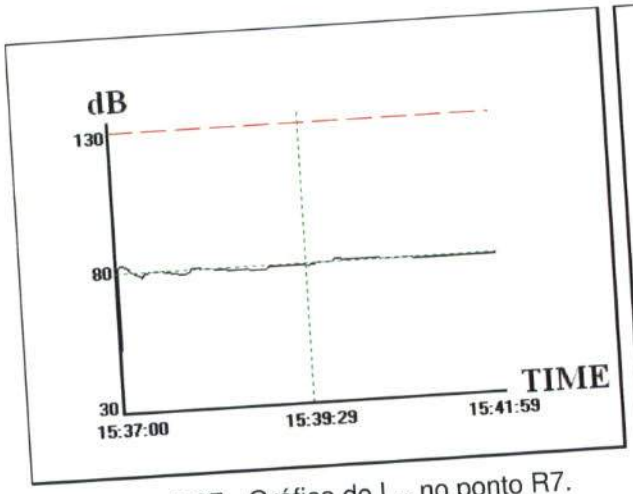


Figura 5.97 - Gráfico de L_{eq} no ponto R7.

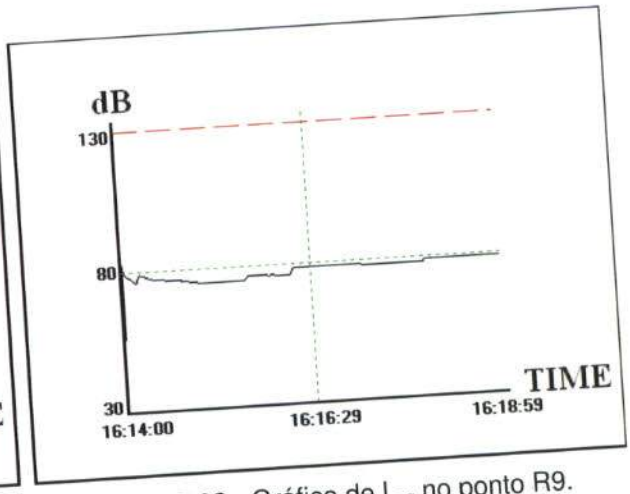


Figura 5.98 - Gráfico de L_{eq} no ponto R9.

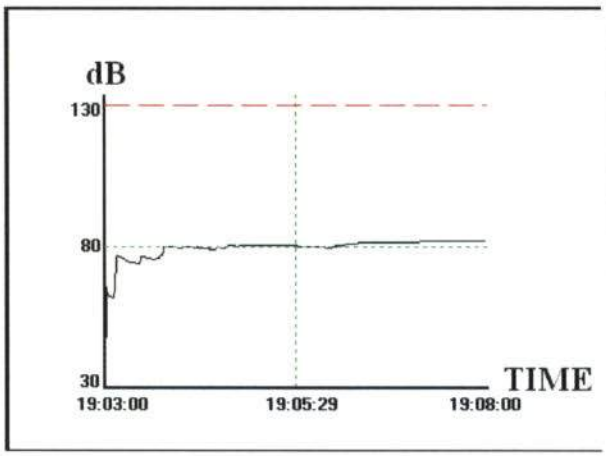


Figura 5.99 - Gráfico de L_{eq} no ponto R11.

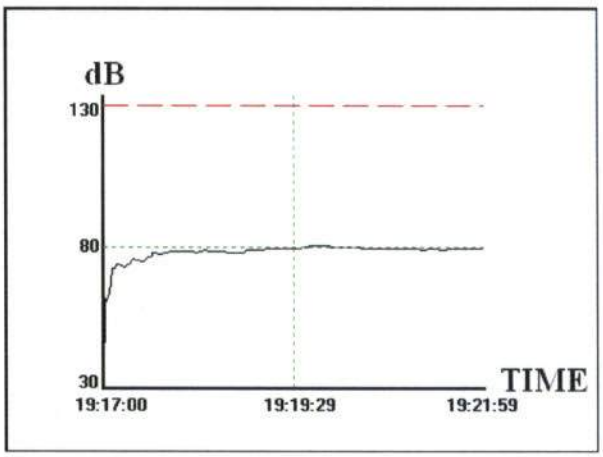


Figura 5.100 - Gráfico de L_{eq} no ponto R12.

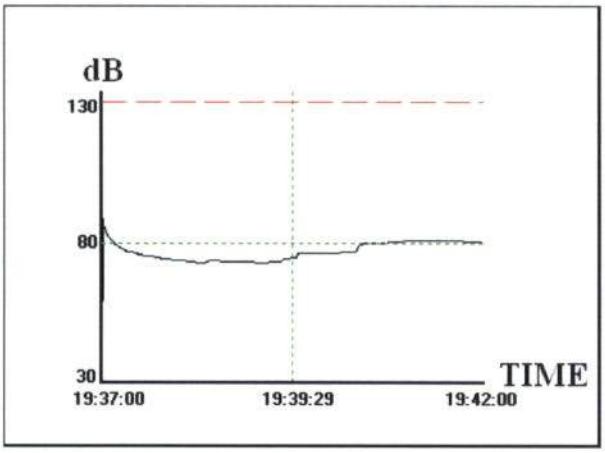


Figura 5.101 - Gráfico de L_{eq} no ponto R13.

Conforme citado anteriormente, os pontos R8 e R10 apresentam particularidades. Nesses pontos foram realizadas medições de ruído durante a execução de atividades de movimentação de solo, com a utilização de escavadeira e caminhões no ponto R8 (figuras 5.102 e 5.103) e em R10 com a utilização de dois caminhões, uma retro escavadeira e um trator de esteira (figuras 5.104 e 5.105).

Figura 5.102 - Retirada de solo, por meio de escavadeira, de um talude localizado próximo ao km 35+000.

Figura 5.103 - Carregamento de caminhão basculante, com o material retirado do talude.

Figura 5.104 - Despejo e conformação do solo retirado do talude no ponto citado anteriormente.

Figura 5.105 - Despejo e conformação do solo retirado do talude no ponto citado anteriormente.

Os níveis de pressão sonora equivalente nos pontos com atividades de movimentação de solo apresentaram 77,5 dB(A) e 70,0 db(A), respectivamente (figuras 5.106 e 5.107), apresentando-se inferiores às medições realizadas nos outros pontos desse trecho da rodovia.

A localização dos pontos de medição no município de Gaspar está ilustrada na figura 5.108.

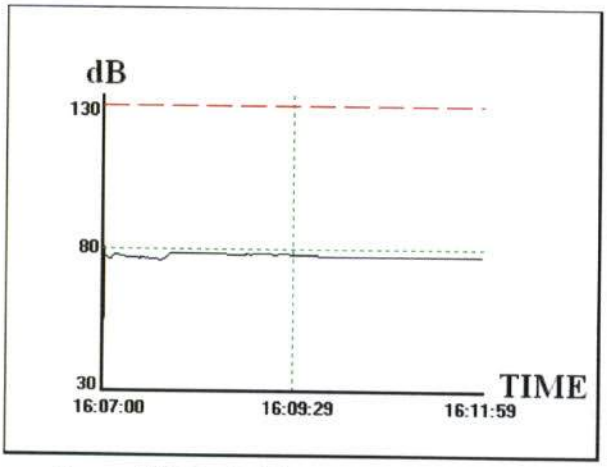


Figura 5.106 - Gráfico de L_{eq} no ponto R8.

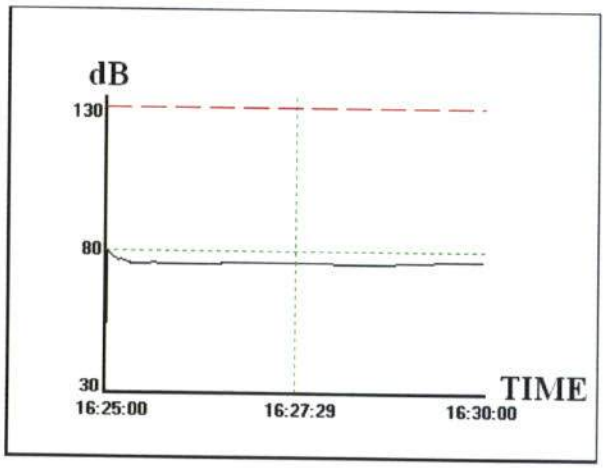


Figura 5.107 - Gráfico de L_{eq} no ponto R10.

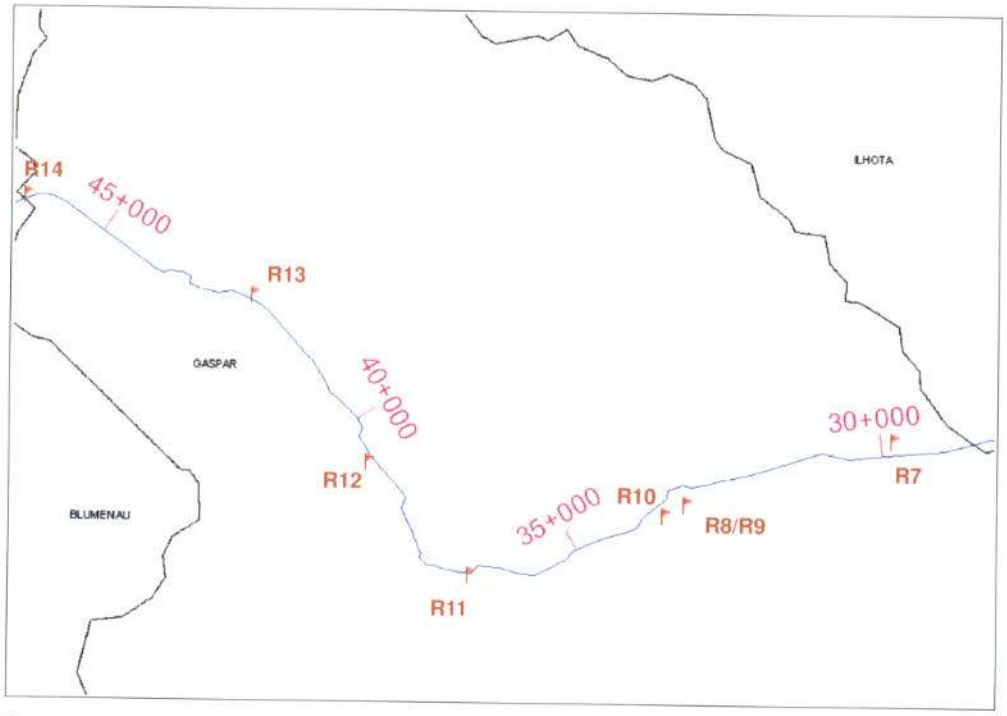


Figura 5.108 - Localização dos pontos de medição de ruídos no município de Gaspar.

5.1.7.8.4 Município de Blumenau

O segmento compreendido aproximadamente entre o km 47+000 e o km 65+000 está inserido no município de Blumenau, onde foram levantados dados em cinco pontos distintos. O primeiro deles (em relação ao estaqueamento da rodovia, R14) teve o intuito de medir os níveis de ruído em um trecho em aclive (sentido

Gaspar – Blumenau) em meio a vegetação densa e não habitado, próximo a queda de barreira. Esse local apresentou leitura de L_{eq} igual a 82,5 dB(A), associado a inclinação da pista, que exige a utilização de marchas mais lentas e rotações mais elevadas, principalmente para os veículos pesados.

Os demais pontos onde foram realizadas medições priorizaram áreas próximas a centros urbanizados, bem como áreas comerciais. Os pontos R15 e R16 apresentam medições realizadas em áreas comerciais distintas, entretanto com características semelhantes (figuras 5.109 e 5.110). Os níveis de L_{eq} medidos nesses locais apresentaram 80,0 dB(A) e 77,2 dB(A), respectivamente. Salienta-se a presença de carros com som alto ligado próximo ao ponto R15.

Em R17 (figura 5.111), localizado próximo ao trevo de acesso a Pomerode, a medição apresentou 75,5 dB(A) e em R18 (figura 5.112), 77,5 dB(A).

Figura 5.109 - Medição realizada em frente a área comercial (comércio de veículos).

Figura 5.110 - Medição realizada em frente a área comercial (comércio de veículos).

Figura 5.111 - Medição realizada próximo a centro comercial diversificado e posto de combustíveis (R17).

Figura 5.112 - Medição realizada próxima ao acesso da comunidade Nossa Senhora Aparecida (R18).

O ponto R17 apresenta comércio diversificado em seu entorno, além de posto de combustível. Já R18 apresenta residências próximas às margens da rodovia.

A seguir, são apresentados nas figuras 5.113, 5.114, 5.115, 5.116 e 5.117 os gráficos que representam as medições realizadas nos pontos citados anteriormente e na figura 5.118, a localização dos pontos amostrados em relação ao eixo da rodovia federal BR-470.

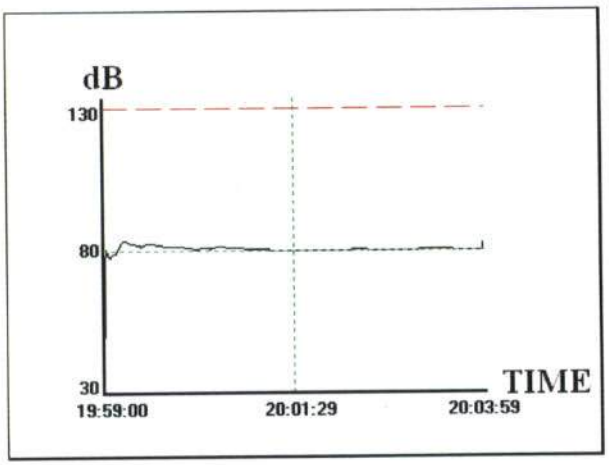


Figura 5.113 - Gráfico de L_{eq} no ponto R14.

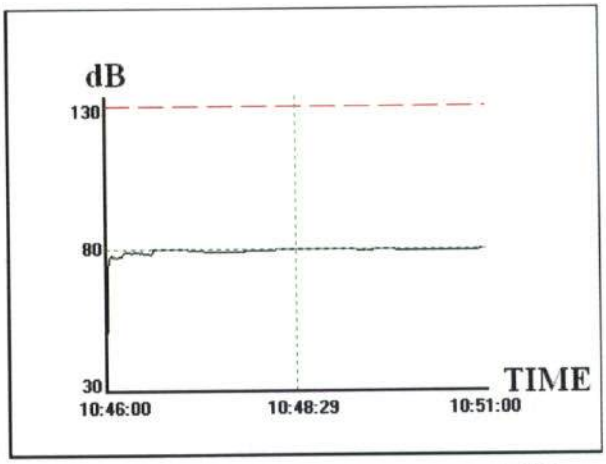


Figura 5.114 - Gráfico de L_{eq} no ponto R15.

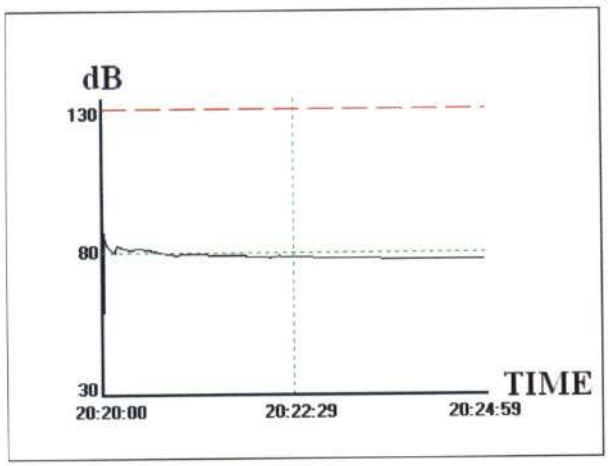


Figura 5.115 - Gráfico de L_{eq} no ponto R16.

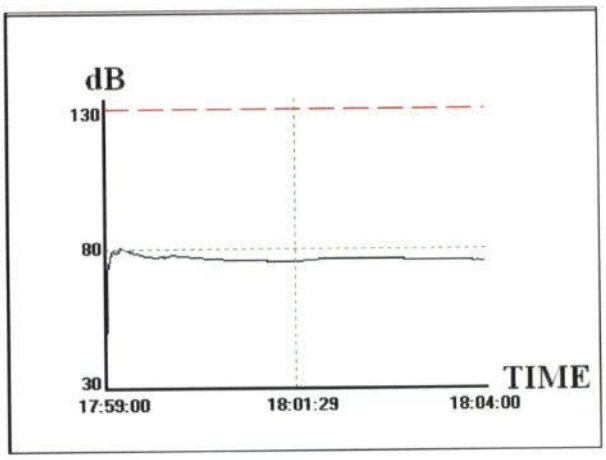


Figura 5.116 - Gráfico de L_{eq} no ponto R17.

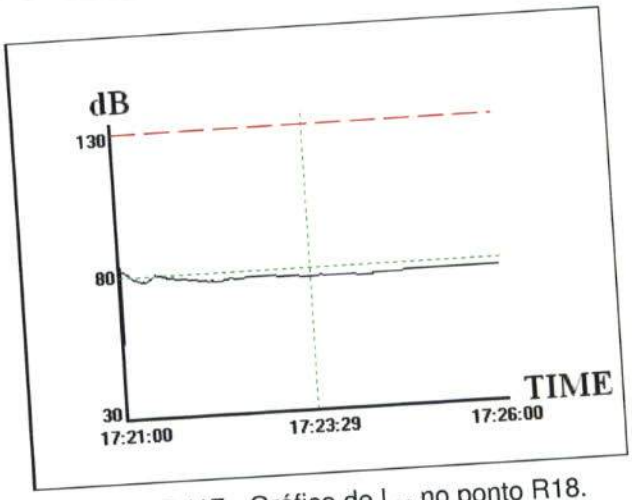


Figura 5.117 - Gráfico de L_{eq} no ponto R18.

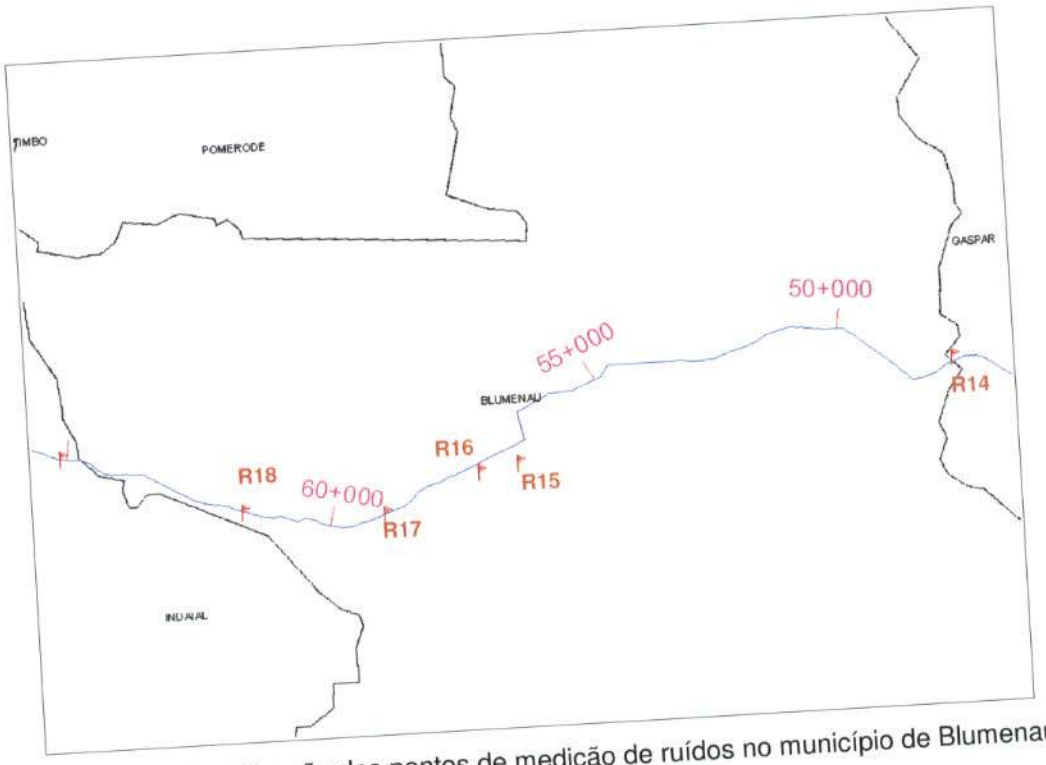


Figura 5.118 - Localização dos pontos de medição de ruídos no município de Blumenau.

5.1.7.8.5 Município de Indaial

O segmento da rodovia federal em estudo encerra no km 74+000. Dessa forma os quilômetros finais estão inseridos no município de Indaial (com início próximo da estaca km 65+000). Nesse segmento foram determinados sete pontos

de medição para ruídos (figura 5.119), com o intuito de abranger os possíveis agentes sob interferência da rodovia.

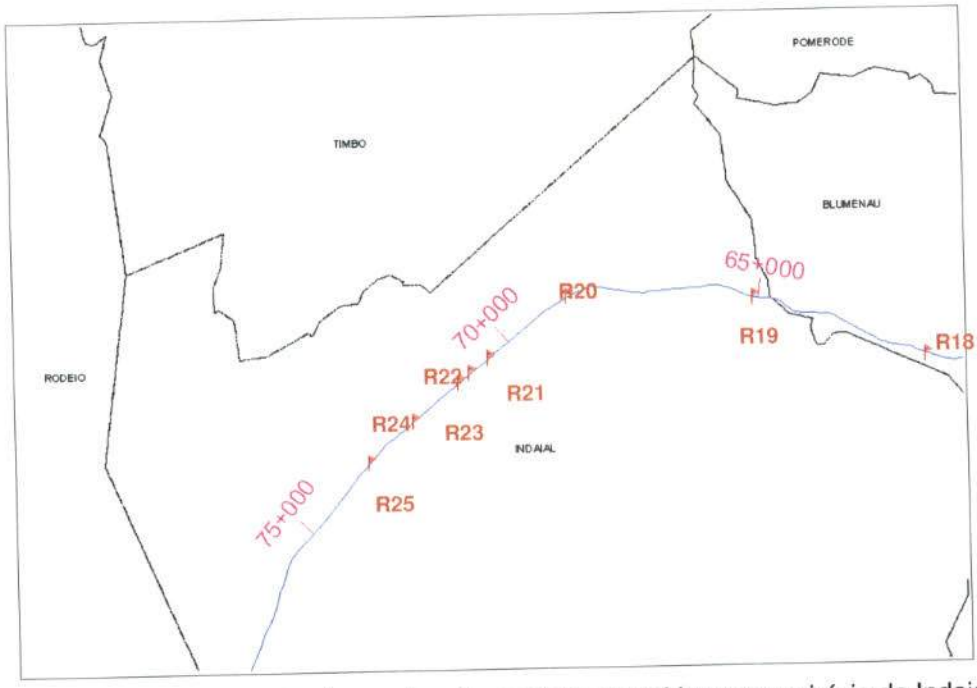


Figura 5.119 - Localização dos pontos de medição de ruídos no município de Indaial.

Os pontos de amostragem contemplaram áreas próximas a residências (figuras 5.120, 5.121 e 5.122), edificações de notável importância como: igreja (figura 5.123) e campi universitários (figuras 5.124 e 5.125), além de área próxima a centro comercial (figura 5.126).

Figura 5.120 - Ponto de amostragem R19. localizado próximo a residências às margens da rodovia (km 65+000).

Figura 5.121 - Ponto de amostragem R24. localizado próximo a residências localizadas às margens da rodovia (km 72+000).

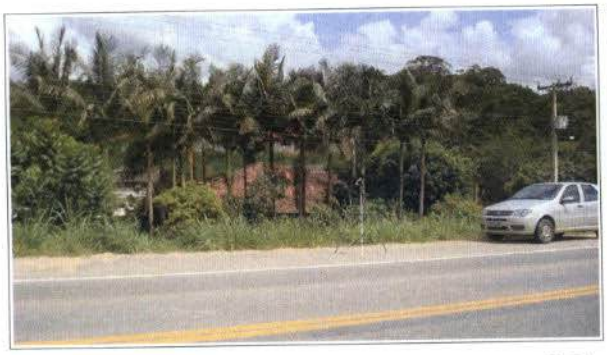


Figura 5.122 - Ponto de amostragem R25, localizado próximo a residências localizadas às margens da rodovia (km 73+000).

Figura 5.123 - Ponto de amostragem R20, localizado em frente à igreja e próximo a parada de ônibus.

Figura 5.124 - Medição realizada em frente a sede da UNIASSELVI (R22).

Figura 5.125 - Medição realizada em frente ao Núcleo de Práticas Jurídicas da UNIASSELVI (R23).

Figura 5.126 - Local de medição em frente ao centro comercial localizado às margens da BR-470 (R21).

Os gráficos das medições realizadas em campo apresentam-se ilustrados a seguir (figuras 5.127 e 5.128). Os níveis de pressão sonora equivalente amostrados foram: 75,6 dB(A), 74,7 dB(A), 75,6 dB(A), 79,8 dB(A), 84,5 dB(A), 79,0 dB(A) e 80,0 dB(A). Os pontos que apresentaram os níveis mais elevados foram R23 (em frente à UNIASSELVI) e R25 (próximo a residências) e estão associados à inclinação da pista e áreas de ultrapassagens de veículos lentos.

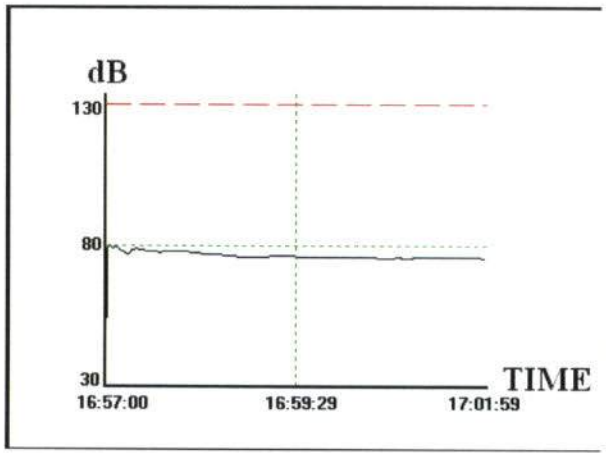


Figura 5.127 - Gráfico de L_{eq} no ponto R19.

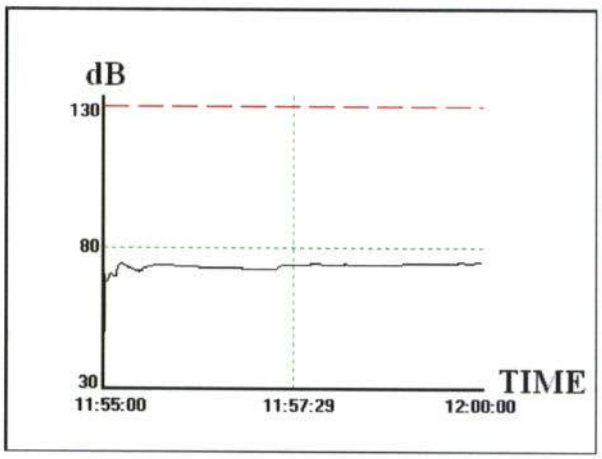


Figura 5.128 - Gráfico de L_{eq} no ponto R20.

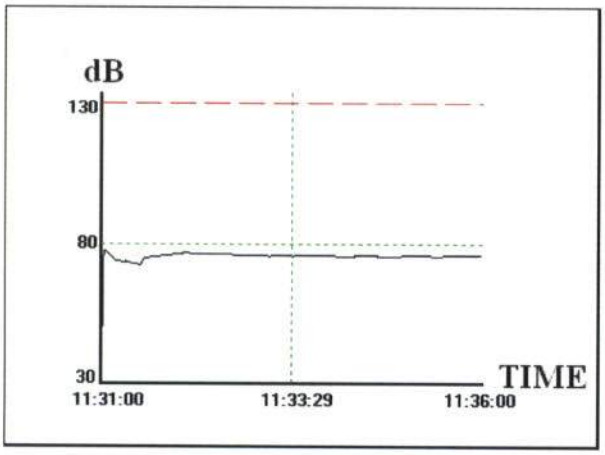


Figura 5.129 - Gráfico de L_{eq} no ponto R21.

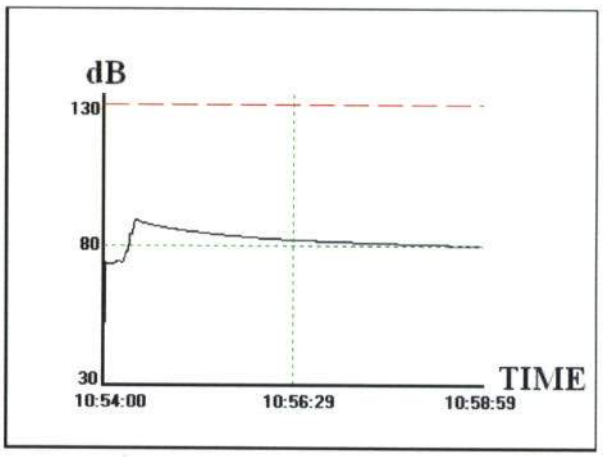


Figura 5.130 - Gráfico de L_{eq} no ponto R22.

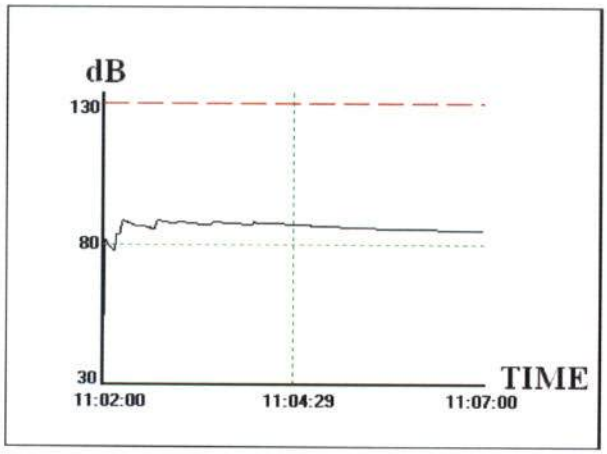


Figura 5.131 - Gráfico de L_{eq} no ponto R23.

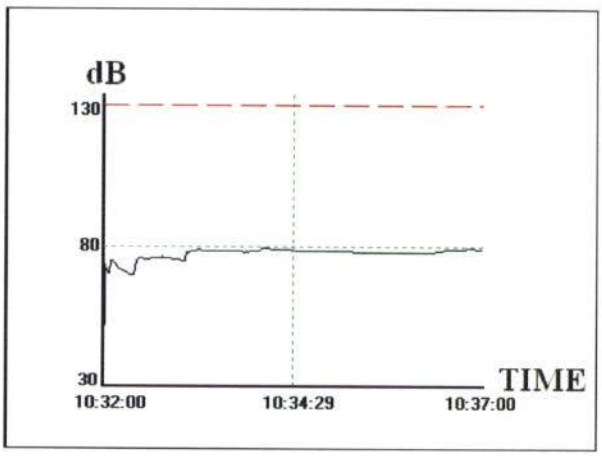


Figura 5.132 - Gráfico de L_{eq} no ponto R24.

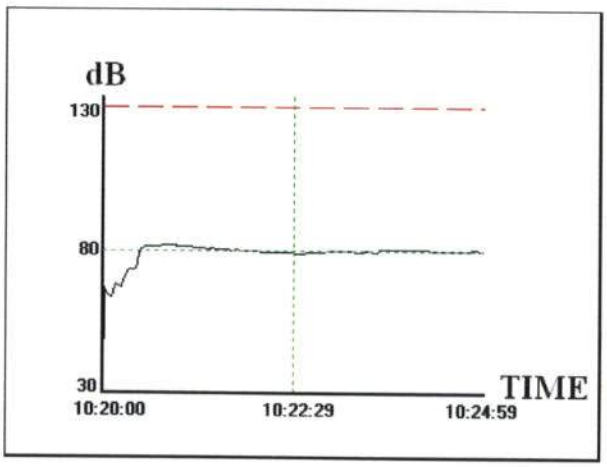


Figura 5.133 - Gráfico de L_{eq} no ponto R25.

Com base nos dados coletados em campo foi observado que os níveis de pressão sonora equivalente são superiores aos níveis de critério de avaliação (NCA) apresentados na tabela 5.32, devido a influência da rodovia federal em estudo. Salienta-se que a NBR 10151/00 preconiza que, no caso de o nível de ruído ambiental ser superior ao valor da tabela 1 (numeração da norma, apresentada nesse relatório como tabela 5.32), o valor do NCA assume o determinado em campo.

5.1.7.9 Estimativas da geração de ruídos durante as atividades construtivas

Para estimar os níveis de ruído gerados durante a fase de construção da obra deve-se levar em consideração a quantidade de máquinas envolvidas em cada etapa da obra, a condição de conservação dos motores, as condições climáticas do local, o uso e a ocupação do solo, a taxa de urbanização e a influência de outros empreendimentos como indústrias, entre outras variáveis envolvidas.

Entretanto, durante as medições para a determinação do ruído existente (ruído de fundo) ao longo do traçado da rodovia, estavam ocorrendo obras de movimentação de solo próximas ao km 35+000 da rodovia (figuras 5.134 e 5.135), local que foram realizadas duas medições, com o intuito de avaliar o nível de pressão sonora proveniente dessas atividades.

Figura 5.134 - Carregamento de caminhão basculante, por meio de escavadeira, com o material retirado do talude.

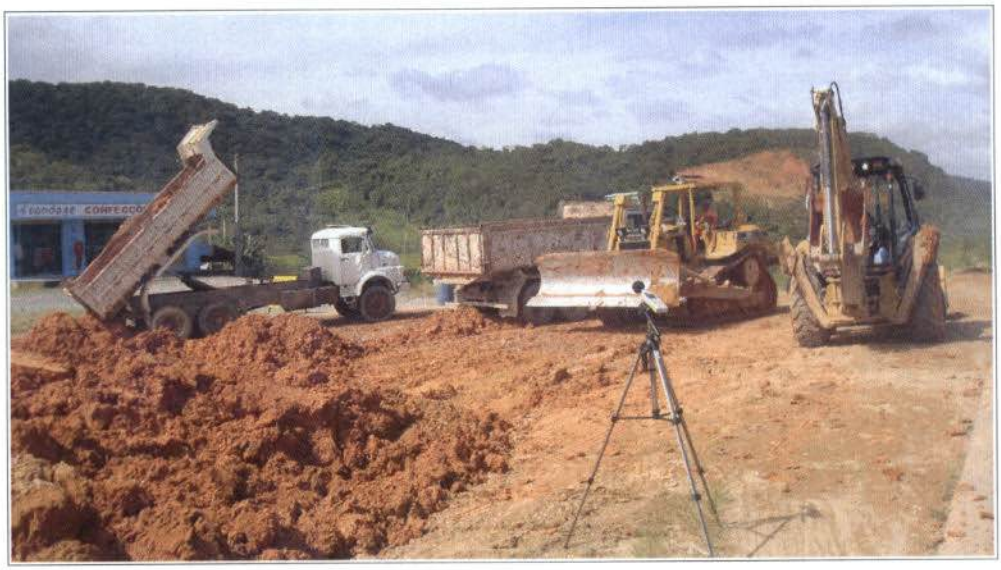


Figura 5.135 - Despejo e conformação do solo retirado do talude no ponto citado anteriormente.

Os níveis de pressão sonora equivalente nos pontos com atividades de movimentação de solo apresentaram 77,5 dB(A) e 70,0 db(A), respectivamente inferiores a 60% e 68% das medições realizadas ao longo do trecho da rodovia.

Considerando o cenário composto pela utilização de diversos equipamentos com elevado nível de ruído (em dB) associado, devem ser realizadas operações de adição dos decibéis medidos.

Operações de soma ou subtração com decibéis não podem ser realizadas de forma aritmética, logo que trata-se de uma relação de grandezas de variáveis.

Com os dados levantados em campo, o maior nível de pressão sonoro possível com a adição dos decibéis medidos é da ordem de 84,9 dB(A) (somados 84,5 dB(A) medido em frente a universidade e 70,5 dB(A) referente às atividades medidas no local das obras).

Salienta-se que esse cenário é apenas um dos possíveis, necessitando acompanhamento dos níveis de pressão sonora equivalentes quando do início das atividades construtivas.

5.1.8 Níveis de poluição atmosférica

Conforme citado anteriormente, as atividades construtivas envolvidas nas obras de duplicação da rodovia em estudo exercerão influência sobre a qualidade ambiental da área, referente ao aumento da poluição atmosférica.

As fontes poluentes a serem tratadas nesse estudo serão separadas em estacionárias e móveis. Pedreiras e usinas de asfalto serão consideradas fontes estacionárias, já os veículos e máquinas automotores, fontes móveis.

5.1.8.1 Fontes estacionárias

As emissões atmosféricas provenientes das atividades realizadas em pedreiras são compostas, principalmente, por material particulado e gases. Os materiais particulados são resultantes de atividades de perfuração, desmonte e fogacheamento da rocha com uso de explosivos, além das atividades de beneficiamento das rochas extraídas. As emissões de gases e fumos resultam da detonação de explosivos e do emprego de veículos automotores para o transporte do material minerado.

Nas unidades de usina de asfalto, as principais fontes de emissão de poluentes atmosféricos são compostas de material particulado oriundos do secador rotativo, bem como das atividades de peneiramento, manuseio e estocagem de agregados e do tráfego de veículos nas vias de acesso. A emissão de gases decorre

da queima de óleo combustível, resultando na geração de óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos.

5.1.8.2 Fontes móveis

As fontes móveis de poluição atmosférica consistem nos veículos e maquinário empregados nas frentes de terraplenagem e conformação do solo, durante atividades relacionadas à pavimentação e na abertura de caminhos de serviço.

As principais emissões atmosféricas geradas por veículos automotores são: material particulado suspenso durante sua movimentação em área não pavimentada, bem como fumos presentes nas descargas, além de emissões gasosas (monóxido e dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e óxidos de enxofre).

5.1.8.3 Estimativa da geração de poluição atmosférica durante as atividades construtivas

Analogamente ao impacto referente a geração de ruídos, para estimar os níveis de poluição gerados durante a fase de construção da obra deve-se levar em consideração a quantidade de máquinas envolvidas em cada etapa da obra, a condição de conservação dos motores, as condições climáticas do local, o uso e a ocupação do solo, a taxa de urbanização, assim como a influência de outros empreendimentos como indústrias, entre outras variáveis envolvidas. Nesse sentido, fica dificultosa a estimativa de cada uma dessas variáveis, logo que há uma variação muito elevada das condições a serem analisadas.

Sendo assim, para a estimativa desse impacto vê-se como necessária a realização de um monitoramento das emissões gasosas e de particulados no período de obras. As atividade de monitoramento deve ocorrer concomitantemente às atividades construtivas, de modo a ilustrar a interferência das atividades nas condições atmosféricas locais.

O monitoramento das emissões gasosas e de particulados tem como objetivo avaliar os principais poluentes atmosféricos emitidos, durante e após o início das atividades, atendendo às exigências legais em termos de qualidade. Os Padrões de

Qualidade do Ar a ser analisados devem atender à Resolução Conama Nº 003, de 28 de junho de 1990. Essa resolução preconiza a avaliação de partículas totais em suspensão; fumaça; partículas inaláveis; dióxido de enxofre; monóxido de carbono e dióxido de nitrogênio e estabelece os métodos de amostragem e análise dos mesmos (tabela 5.33).

TABELA 5.33 - MÉTODOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE DE POLUENTES

PARÂMETRO	MÉTODO
Partículas Totais em Suspensão	Método de Amostrador de Grandes Volumes ou Método Equivalente
Partículas Inaláveis	Método de Separação Inercial/Filtração ou Método Equivalente
Dióxido de Enxofre	Método de Pararonasilina ou Método Equivalente
Monóxido de Carbono	Método do Infravermelho não Dispersivo ou Método Equivalente
Dióxido de Nitrogênio	Método da Quimioluminescência ou Método Equivalente
Fumaça	Método da Refletância ou Método Equivalente

Fonte: Resolução Conama Nº 003 de 28 de junho de 1990.

Os pontos de medição das emissões gasosas e de particulados devem ser definidos com base no traçado da duplicação da rodovia; em áreas de desmonte de rocha, caixa de empréstimos e pedreiras; em locais de instalação de canteiros de obras e de usinas de asfalto e em áreas em que serão realizadas atividades de terraplenagem e conformação do solo, frentes de pavimentação e abertura de caminhos de serviço. Para a determinação dos pontos devem ser avaliadas as interferências das obras sobre a comunidade do entorno, bem como as atividades comerciais da região.

5.2 Meio Biótico

O presente diagnóstico do meio biótico foi fruto da avaliação da equipe de biólogos (zoólogos e botânicos) contratados para os estudos de Flora e Vegetação e Fauna Silvestre (Diagnóstico e Prognóstico) da Área de Influência Indireta (AII) e da Área de Influência Direta (AID) das obras de duplicação da rodovia BR-470/SC:

- trecho: Navegantes – Divisa SC/RS;
- subtrecho: Navegantes – Entr. SC-418 (p/ Rodeio);
- segmento: km 0+000 (igualdade km 2+000 da rodovia) – km 74+000;
- extensão: 74,00 km;
- jurisdição: Superintendência do Estado de Santa Catarina;
- código PNV: 470BSC0010 – 470BSC0130.

O cronograma e diretrizes gerais seguiram o Termo de Referencia do Edital nº 168/2007-00 e a Instrução Normativa do Ibama nº 146, de 10 de janeiro de 2007, bem como o Parecer Técnico nº 128/2009 – COTRA/CGTMO/DILIC, de 02 de setembro de 2009, com as adaptações necessárias recorrentes da realidade do campo e da experiência da equipe.

Observa-se que a BR-470 é a principal rodovia do Vale do Itajaí em Santa Catarina, liga importantes municípios e escoa grande parte da indústria catarinense (principalmente, rumo ao porto de Itajaí). Junto com a BR-282 (ao sul) comunica o Estado de Santa Catarina no sentido leste-oeste. O traçado atual percorre a planície do rio Itajaí, principalmente do lado direito. Até Blumenau a paisagem é plana e dominada por áreas de agricultura e pecuária. A partir de Blumenau, o relevo se acentua consideravelmente e remanescentes em estágios médio e avançado da Floresta Ombrófila Densa (FOD) dominam a região.

O novo projeto segue o traçado atual, mas haverá mudanças pontuais. Esperam-se impactos na instalação, principalmente na supressão vegetal e na operação com o aumento de casos de atropelamento de fauna e fragmentação de habitats. Para estudar a influência que o empreendimento provocará no meio biótico, foram estudados os aspectos faunísticos e de cobertura vegetal.

A primeira parte dessa pesquisa estudou a flora e a vegetação e objetivou conhecer a situação atual da cobertura vegetal e a identificação de espécies importantes para a conservação. Com esses dados foi possível também compreender a situação atual da paisagem e a qualidade dos habitats faunísticos, que compreende a segunda parte da pesquisa. Foram abordados os táxons vertebrados (aves, mamíferos, répteis, anfíbios e peixes) e a entomofauna.

Com esses dados foi possível prognosticar a situação futura da área de abrangência direta da duplicação da BR-470.

5.2.1 Metodologia aplicada

5.2.1.1 Flora

5.2.1.1.1 Obtenção de dados secundários – revisão bibliográfica, nomenclaturas e terminologias adotadas e definição de parâmetros

Dentre as principais obras de caráter técnico-científico produzidas sobre a flora e a vegetação do Estado de Santa Catarina e que guardam referências, diretas e indiretas, com a área dos estudos destacam-se as seguintes publicações: Klein (1978), em elaboração de mapeamento fitogeográfico de Santa Catarina; Klein (1979; 1980), sobre a ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí; e Klein (1990; 1996; 1997), sobre as espécies raras ou ameaçadas de extinção do Estado de Santa Catarina.

A nomenclatura principal utilizada para caracterização das formações vegetais existentes na área dos estudos foi baseada em Veloso e Góes-Filho (1982), referente à classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical inserida no Projeto RADAMBRASIL, considerada a referência oficial em âmbito nacional.

Devido à expressiva gama de informações geradas por Klein (1979; 1980), sobre a flora e a vegetação do Vale do Itajaí, foram utilizadas as descrições florísticas e estruturais das formações vegetais apresentadas por esse para caracterizar a vegetação originalmente existente na área dos estudos.

A avaliação qualitativa dos aspectos florísticos e estruturais constituintes dos tipos vegetacionais atuais da área dos estudos foi efetuada tomando-se por base

inicial os parâmetros básicos para análise dos estágios sucessionais da vegetação secundária da Mata Atlântica, contidos na Resolução Conama nº 010, de 01 de outubro de 1993. Esses parâmetros foram representados pelos seguintes itens: fisionomia; estratos predominantes; distribuição diamétrica; altura; existência, diversidade e quantidade de epífitas; existência, diversidade e quantidade de trepadeiras; presença, ausência e características da serapilheira; sub-bosque; diversidade e dominância de espécies e espécies vegetais indicadoras.

A referência legal específica para análise florística e estrutural desses tipos vegetacionais atuais foi fornecida pela Resolução Conama nº 004, de 04 de maio de 1994, para a vegetação secundária da Floresta Ombrófila Densa no Estado de Santa Catarina. Como subsídio básico e essencial para o diagnóstico ambiental proposto foi utilizada a base cartográfica fornecida pelo IBGE, na escala 1:50.000, referente à carta Blumenau e ortofotocartas (vide Carta Imagem na página 47, do Volume II – Mapeamento Temático, Tomo II), na escala 1:5.000, da abrangência da área de influência direta, as quais serviram de base para a elaboração do Mapa de Vegetação e Uso do Solo (vide Volume II – Mapeamento Temático, Tomo II, páginas 49 a 60).

De modo a subsidiar a interpretação das condições ambientais da área do estudos frente aos tipos de vegetação nativa estabelecidos e usos do solo, foram identificados dois sítios amostrais que correspondem às unidades fisiográficas que compõem o vale do rio Itajaí nesse trecho:

- Setor I - das Planícies Flúvio-Marinhas: correspondente ao trecho entre os municípios de Navegantes e Gaspar. Abrange os relevos de planície ao longo do rio Itajaí-Açu (aluviões, várzeas, baixadas), onde os solos hidromórficos propiciam intenso uso pela rizicultura, com alguns morros isolados e de baixa altitude, pouca representatividade de remanescentes florestais e baixa densidade urbana (característica predominantemente rural);
- Setor II - das Encostas dos Maciços Rochosos: correspondente ao trecho entre os municípios de Blumenau e Indaial. Abrange os relevos de encostas dos morros formadores das morrarias e serras, com uso do solo

predominantemente representado por silvicultura, pastagens e áreas urbanas. Também possui expressiva presença e contiguidade de remanescentes florestais secundários da Floresta Ombrófila Densa em estágios avançado e médio de regeneração.

No sentido de subsidiar a análise técnica dos aspectos florísticos e vegetacionais apresentados no Estudo de Impacto Ambiental para licenciamento ambiental prévio do projeto de duplicação da BR-470 no Estado de Santa Catarina, é apresentada uma revisão bibliográfica baseada em estudos fitossociológicos desenvolvidos na região de abrangência das áreas de influência do empreendimento. Os dados definitivos (primários) serão amostrados pelo Inventário Florestal quando da conclusão do *layout* do novo traçado da BR-470. Para os dados fitossociológico foram utilizados Ghoddosi (2005); Perin e Grippa (2007) e Verdi (2008).

5.2.1.1.2 Obtenção de dados primários – metodologia de campo

A amostragem *in loco* das tipologias vegetais presentes na área dos estudos foi efetuada em 1º de junho de 2009, tendo sido percorrido todo o trecho objetivado para a duplicação rodoviária desde Itajaí até Indaial.

Os dados referentes ao resultado do Inventário Florestal (IVI, DR, DA, Curva do coletor e Índice de Shannon), bem como a classificação taxonômica das espécies serão processados a partir do momento em que o traçado final do projeto de duplicação da BR-470 for repassado à equipe do meio biótico. Esse passo é fundamental para a correta avaliação das dimensões das áreas que efetivamente sofrerão supressão e, só após essa análise, será possível estabelecer o número de parcelas (esforço amostral) para executar o Inventário Florestal.

No transcorrer desses percursos foram feitos caminhamentos gerais nas áreas de ocorrência das diferentes tipologias vegetais, objetivando reconhecer e identificar os principais aspectos florísticos e estruturais dessas áreas. Também buscou-se reconhecer e identificar os principais fatores ecológicos correlacionados

como a fragmentação de habitats, presença de espécies exóticas invasoras, *status* de conservação, feições geomorfológicas e grau de vulnerabilidade.

Para tanto, em cada área de ocorrência das diferentes tipologias e durante os caminhamentos foram identificadas as principais espécies componentes; espécies dominantes fisionômicas; espécies indicadoras (de conservação ou de antropização); estrutura vegetacional (altura média, estratos vegetais, amplitude diamétrica, sinúsias) e principais fatores de impactação decorrentes dos diferentes usos do solo.

Os indivíduos das espécies vegetais que apresentaram identificação duvidosa em campo foram coletados para posterior classificação em gabinete com uso de bibliografia específica disponível e comparação com material botânico conservado em herbário.

5.2.1.2 Fauna

5.2.1.2.1 Procedimento padrão – grupos escolhidos e abordagem ecológica

Após análise da região alcançada pelo empreendimento, foram selecionados os seguintes grupos de estudo:

- ictiofauna (nos pontos de travessia de corpos d'água);
- entomofauna;
- herpetofauna (anfíbios);
- herpetofauna (répteis);
- avifauna;
- mastofauna (terrestre e voadores).

O levantamento foi realizado com base em dados primários e secundários, nos diferentes tipos fitofisionômicos, assim como nas áreas de transição. Foram abordados aspectos qualitativos e quantitativos, os habitats preferenciais, a distribuição geográfica, os hábitos alimentares, os aspectos relevantes da biologia reprodutiva e as espécies que migram na área ou a usam para procriação.

Para o levantamento das espécies e identificação das áreas de ocorrência, foi dada atenção especial aos seguintes critérios:

- ameaçadas de extinção, raras e endêmicas;
- caçadas pela população local e de interesse econômico;
- de interesse científico ou médico-veterinário;
- migratórias;
- protegidas por legislação federal, estadual e/ou municipal.

5.2.1.2.2 Escolha das estações de coleta de dados

a) Definição das estações de coleta das amostragens da fauna silvestre terrestre

Com a ajuda do Mapa de Vegetação e Uso do Solo (Volume II – Mapeamento Temático, Tomo II, páginas 49 a 60) foram identificadas áreas prioritárias para análise. A estação escolhida é uma área representativa onde foram montados os experimentos. Como diretriz geral para as escolhas foram observados os itens:

- todas as diferentes tipologias vegetais ao longo do traçado da BR-470 foram amostradas;
- áreas de supressão de vegetação receberam estações de coleta (grandes remanescentes);
- áreas urbanas foram tratadas em base a observações diretas, sem utilização de equipamento de coleta.

Seguindo esses parâmetros foram escolhidas cinco estações de captura e coleta de informações para a fauna silvestre terrestre (ver Tabela 5.34 e Figuras 5.136; 5.137; 5.138; 5.139;5.140;5.141;5.142;5.143;5.144;5.145)

TABELA 5.34 - ESTAÇÕES DE COLETA DE DADOS

ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	COORDENADAS	
		Latitude	Longitude
EST 01	Ilhota	-26 50' 18,82536"	-48 47' 09,40767"
EST 02	Ilhota	-26 50' 36,36087"	-48 47' 42,27532"
EST 03	Blumenau	-26 51' 52,25213"	-49 02' 41,39205"
EST 04	Blumenau	-26 52' 33,06965"	-49 10' 41,99475"
EST 05	Indaial	-26 55' 24,95888"	-49 17' 03,49148"

Figura 5.136 - Ambiente onde foi instalada a Estação 01.

Figura 5.137 - Aspecto geral da Estação 01.

Figura 5.138 - Ambiente onde foi instalada a Estação 02.

Figura 5.139 - Aspecto geral da Estação 02.

Figura 5.140 - Ambiente onde foi instalada a Estação 03.

Figura 5.141 - Aspecto geral da Estação 03.

Figura 5.142 - Ambiente onde foi instalada a Estação 04.

Figura 5.143 - Aspecto geral da Estação 04.

Figura 5.144 - Ambiente onde foi instalada a Estação 05.

Figura 5.145 - Aspecto geral da Estação 05.

b) Definição das estações de coleta das amostragens da ictiofauna

As coletas ícticas foram realizadas em três pontos situados entre as cidades de Indaial e Ilhota, em Santa Catarina. Para escolha dos pontos de coleta, deu-se preferência aos trechos da rodovia objeto de estudo, que atravessavam os principais corpos hídricos presentes na área de influência direta do futuro empreendimento (ver detalhes no item 5.2.3.1 Ictiofauna).

c) Instalação de armadilhas de interceptação e queda e armadilhas de funil

i. Armadilhas de interceptação e queda

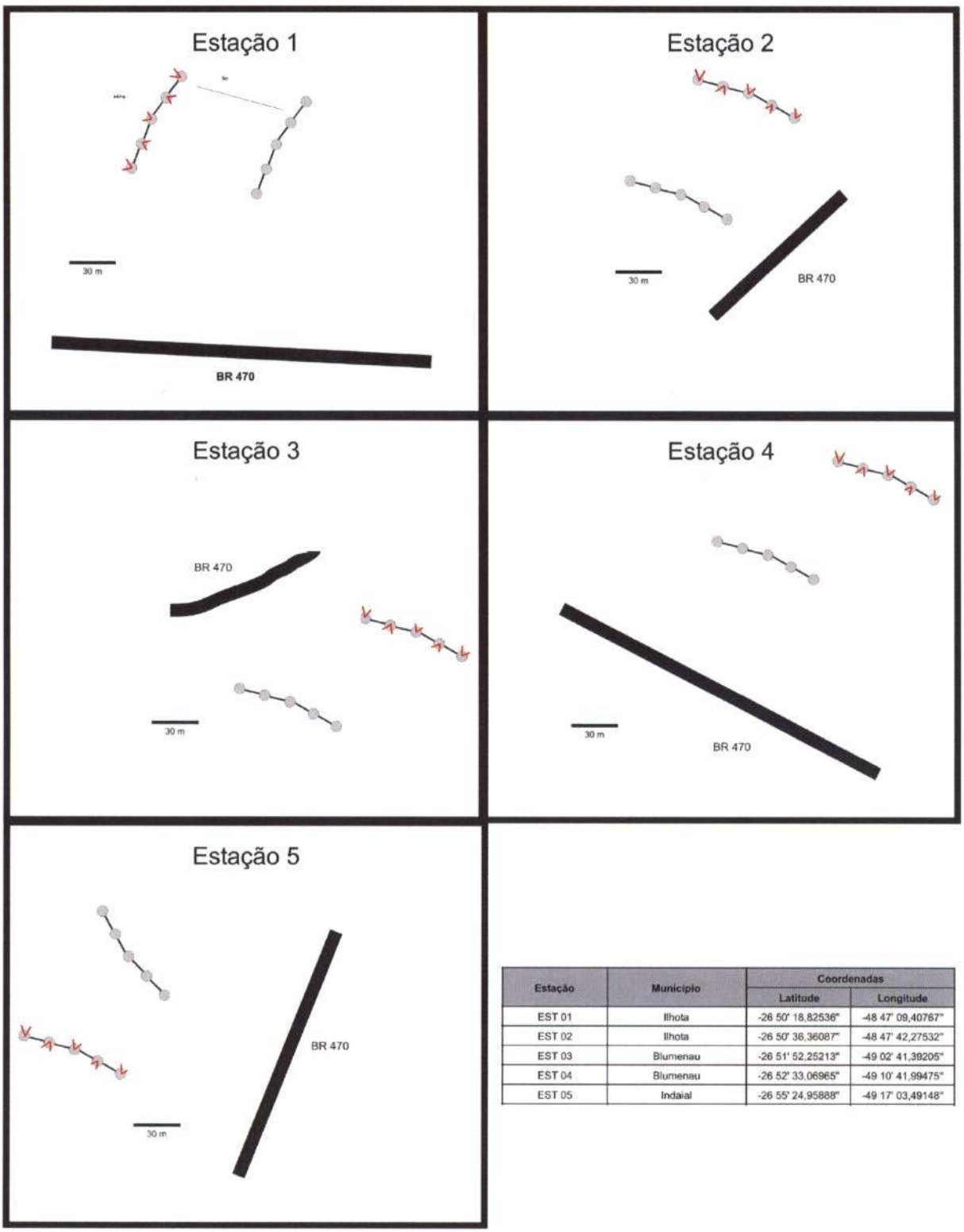
Foram instalados cinco baldes de 98 litros, com as aberturas interceptadas por cerca-guia de lona plástica, com 50 centímetros de altura. Os baldes foram enterrados a intervalos de 10 metros (linhas de 40 metros de comprimento). As estações amostrais foram verificadas diariamente por um período de sete dias.

ii. Armadilhas de funil (*funil-trap*)

Foram instalados 10 funil-traps (com cone de 20 centímetros de abertura externa e 5 centímetros de abertura interna), em ambos os lados de uma cerca-guia (lona plástica), com 50 centímetros de altura. Os funis eram instalados a cada 5 metros, alternando o lado esquerdo e direito da cerca-guia. As linhas (de 45 metros de comprimento), eram instaladas a uma distância média de 50 metros das linhas de *pitfal*. As estações amostrais foram verificadas diariamente por um período de sete dias.

Os dados dos locais onde foram instaladas as cinco estações de coleta das armadilhas de interceptação e queda (EST 01, EST 02, EST 03, EST 04 e EST 05), podem ser verificados na Tabela 5.34. Já nas Figuras 5.136 a 5.145 podem-se visualizar os ambientes onde as estações foram instaladas e as suas localizações gerais em relação à rodovia BR-470.

No croqui apresentado na Figura 5.146 é possível a verificação da disposição das linhas.



Estação	Município	Coordenadas	
		Latitude	Longitude
EST 01	Ilhota	-26 50' 18,82536"	-48 47' 09,40767"
EST 02	Ilhota	-26 50' 36,36087"	-48 47' 42,27532"
EST 03	Blumenau	-26 51' 52,25213"	-49 02' 41,39205"
EST 04	Blumenau	-26 52' 33,06965"	-49 10' 41,99475"
EST 05	Indaial	-26 55' 24,95888"	-49 17' 03,49148"

Figura 5.146 - Disposição das linhas das armadilhas de interceptação e queda (40 m) e das linhas de *funil-trap* (45 m - com detalhes vermelhos). Distância entre linhas (aprox. 50 m). A orientação das linhas seguem a topografia do terreno.

d) Considerações sobre o esforço amostral

Vários trabalhos que avaliaram a eficiência do método utilizaram apenas três estações por fisionomia vegetal (CECHIN e MARTINS, 2000) ou utilizaram baldes de 60 litros nas estações de coleta (UMETZU *et al.*, 2006). Levando-se em consideração que as áreas de influência direta do empreendimento compreendem apenas uma fisionomia vegetal (Floresta Ombrófila Densa) e que os baldes utilizados na amostragem são consideravelmente maiores do que os utilizados em literatura – sendo esses, inclusive, já considerados eficientes na captura de espécies arborícolas e terrestres de roedores e marsupiais (UMETZU *et al.*, 2006) – e considerando-se, ainda, a instalação de *funil-trap* e *cam-trap e* a clara tendencia à estabilização da curva do coletor dos grupos estudados, conclui-se que a metodologia adotada cumpre os objetivos propostos, que são os de diagnosticar e prognosticar a fauna da AID.

5.2.1.2.3 Listas de Fauna de Espécies Ameaçadas

Na carência de uma lista oficial para o Estado de Santa Catarina, o grau de ameaça de extinção das espécies foi baseado na Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção de 2008.

5.2.2 Flora

5.2.2.1 Introdução

A configuração fitogeográfica do Estado de Santa Catarina encontra-se integralmente representada por formações vegetais pertencentes ao bioma Mata Atlântica, com destacada predominância de ecossistemas florestais referentes à Floresta Ombrófila Densa (ou Mata Atlântica sentido restrito); à Floresta Ombrófila Mista (ou Mata com Araucárias) e à Floresta Estacional Decidual (ou Floresta do Alto Uruguai). Também há destacada predominância de ecossistemas associados como restingas, manguezais e campos de altitude, conforme disposto no Art. 2º da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006.

Além das particularidades florísticas, estruturais e ambientais contidas em cada uma dessas formações florestais, as quais ocupam diferentes porções do

território catarinense, ressalta-se a variação intrínseca dessas. Essa variação refere-se às condições topográficas preponderantes, resultando em diferentes comunidades vegetais que se estabelecem nas encostas rochosas, topos de morros, planícies de sedimentação e margens de corpos d'água.

A bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu, onde se insere a área dos estudos, destaca-se como uma das mais importantes unidades geoambientais do Estado de Santa Catarina. Isso ocorre especialmente sob o ponto de vista florístico-vegetacional, na medida em que abrange uma ampla gama de formações vegetais diferentes, com altos índices de riqueza e diversidade florística, constituindo-se numa barreira fitogeográfica de grande relevância, marcada fortemente pelo potencial hídrico desse curso d'água e de seus afluentes.

Devido ao caráter prioritário da conservação dos recursos hídricos, as florestas e demais formas de vegetação natural localizadas às margens dos cursos d'água, também denominadas de "vegetação ripária", desempenham importante função ambiental, notadamente na manutenção da qualidade da água, conferindo proteção física às nascentes e atuando de forma decisiva no equilíbrio hídrico. Além disso, essa vegetação cria estruturas de habitat e corredores ecológicos para a fauna e flora associadas. Malanson (1995) afirma que o padrão espacial específico da vegetação ripária é resultado dos processos ecológicos, geomorfológicos e hidrológicos que operam ao longo dos cursos d'água, desempenhando importante papel na distribuição e abundância das espécies. Para Malanson (1995), corredores de rios são considerados importantes rotas para a dispersão vegetal através da paisagem. Sua conservação, preservação e recuperação estão diretamente ligadas à qualidade do ambiente, principalmente nos centros urbanos.

Essas zonas de florestas que margeiam os rios devem ser entendidas como ecossistemas, pois constituem-se em zonas de interação direta entre sistemas terrestres e de água corrente. Entre essas interações floresta-rio, tem-se: o sombreamento, afetando a produção primária aquática e a temperatura das águas; a serapilheira fina provinda da vegetação terrestre, a qual é uma fonte de alimento para organismos aquáticos; a serapilheira grosseira (como toras caídas) que criam estruturas de habitat e afetam a habilidade do sistema aquático em reter matéria

orgânica dissolvida e particulada; e a ciclagem biogeoquímica envolvendo transferências entre os sistemas de superfície, da base da água e a vegetação terrestre.

Na área dos estudos referente ao trecho médio do rio Itajaí-Açu, a paisagem natural é marcada por vales com encostas florestadas, ora mais íngremes ora mais abertos, onde a vegetação florestal estabelece contato direto com o ambiente fluvial. Ressalta-se ainda, a existência de um tipo vegetacional exclusivo de cursos d'água com forte correnteza e depósitos rochosos nas margens e leito fluvial, formado predominantemente por espécies arbustivas e denominado tecnicamente como Formações Pioneiras de Influência Fluvial e comumente de Sarandizal.

Exatamente na área transicional composta pela formação ripária da Floresta Ombrófila Densa e pelo Sarandizal e, exclusivamente, no rio Itajaí-Açu no Estado de Santa Catarina, destaca-se a existência de uma espécie vegetal endêmica, o sarandi ou cotia-de-espinho (*Raulinoa echinata*). Essa espécie tem recebido especial atenção nos últimos anos devido a sua restrita área de ocorrência natural, extrema adaptação na ocupação de seu habitat e potencial para uso farmacológico e terapêutico.

5.2.2.2 Objetivos

O presente estudo técnico-científico referente ao diagnóstico ambiental da flora, inserido no Estudo de Impacto Ambiental do projeto de duplicação da rodovia federal BR-470/SC, trecho Itajaí - Indaial, foi delineado e elaborado com base nos seguintes objetivos:

- descrever a configuração fitogeográfica da região de abrangência das áreas de influência;
- caracterizar, florística e estruturalmente, a vegetação original das áreas de influência;
- identificar e caracterizar, florística e estruturalmente, os tipos de cobertura vegetal nativa e usos do solo atualmente existentes na área de influência direta;

- relacionar as espécies vegetais nativas de interesse especial para conservação com ocorrência registrada e/ou potencial para a área de influência direta, com referência especial para as espécies consideradas raras ou endêmicas ou ameaçadas de extinção;
- subsidiar a execução do mapeamento da vegetação e uso do solo da área de influência direta com interpretação e avaliação de campo;
- identificar e caracterizar os principais impactos ambientais sobre os componentes flora e vegetação decorrentes da implantação do empreendimento proposto e propor as respectivas medidas mitigadoras e compensatórias.

5.2.2.3 Resultados

5.2.2.3.1 Configuração fitogeográfica das áreas de influência

A área dos estudos, correspondente ao trecho médio do rio Itajaí-Açu, encontra-se integralmente inserida na região fitoecológica da Floresta Ombrófila Densa (VELOSO e GÓES-FILHO, 1982). Essa região fitoecológica estaria representada na região em questão, segundo Klein (1978), por uma formação florestal denominada "Floresta Tropical do Litoral e Encosta Centro-Norte", conforme mostra a Figura 5.147. Essa Figura, originada de um recorte do Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina (KLEIN, 1978), evidencia ainda a configuração fitogeográfica à oeste da área dos estudos, onde aparecem a Floresta do Alto Vale do Itajaí e as Florestas de Araucárias e de Faxinais.

Na Figura 5.148, compilada a partir do Mapa de Vegetação do Estado de Santa Catarina (SEPLAN, 1986; IBGE, 1989) que busca apresentar a distribuição espacial dessas formações considerando as alterações de origem antrópica ocorridas ao longo do tempo. Observa-se como formação vegetal predominante a Floresta Ombrófila Densa representada por áreas remanescentes, vegetação secundária e atividades antrópicas.

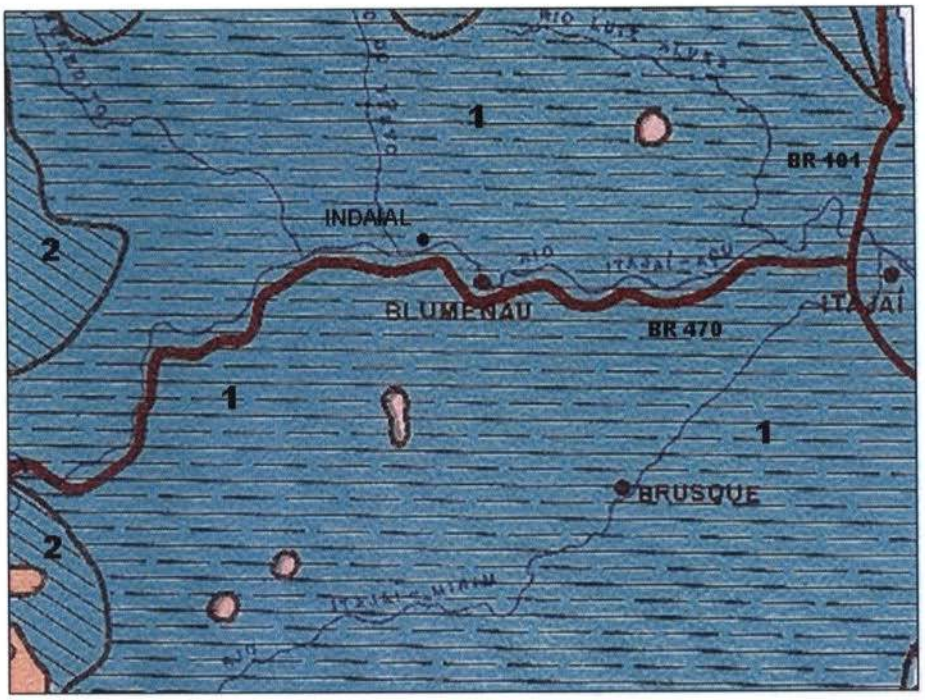


Figura 5.147 - Recorte do Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina (KLEIN, 1978) referente à abrangência regional da área dos estudos, com a indicação das formações vegetais constituintes conforme numeração a seguir: 1 - Floresta Tropical do Litoral e Encosta Centro-Norte e 2 - Floresta Tropical do Alto Vale do Itajaí.

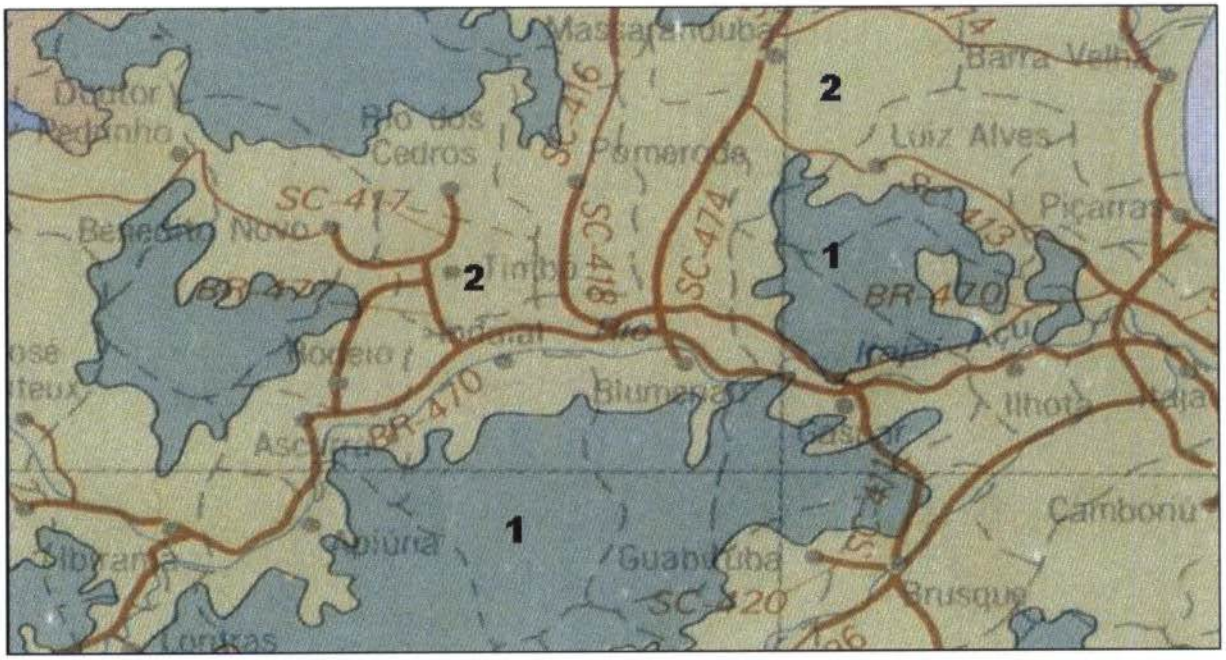


Figura 5.148 - Recorte do Mapa de Vegetação do Estado de Santa Catarina (SEPLAN, 1986; IBGE, 1989) referente à abrangência regional da área dos estudos, com a indicação das formações vegetais constituintes conforme numeração a seguir: 1 - Floresta Ombrófila Densa e 2 - Vegetação Secundária e Atividades Agrícolas.

5.2.2.3.2 Caracterização florística e estrutural da vegetação original nas áreas de influência

Em seu estudo sobre a ecologia da flora e da vegetação do Vale do Itajaí, Klein (1979; 1980) apresenta de forma detalhada os aspectos florísticos, estruturais e ambientais dos diferentes tipos de vegetação encontrados na bacia hidrográfica desse curso d'água. Para as áreas de influência consideradas na abrangência desse diagnóstico, esses tipos vegetacionais estariam representados pelos seguintes: Vegetação dos Terraços Aluviais Antigos, Vegetação das Encostas Íngremes e Vegetação ao Longo dos Rios.

Conforme Veloso e Góes-Filho (1982), esses tipos vegetacionais representam, em seu conjunto, diferentes comunidades florestais pertencentes à Floresta Ombrófila Densa estabelecidas em diferentes condições topográficas. Configuram as formações Submontana e Aluvial, com exceção feita ao Sarandizal, incluído na Vegetação ao Longo dos Rios por Klein (1980), mas classificado como Formação Pioneira de Influência Fluvial pelos autores acima.

Quanto às formações florestais estabelecidas nos solos de origem aluvial das margens fluviais do rio Itajaí-Açu, Klein (1980) descreve como espécies arbóreas mais comuns no estrato superior a laranjeira-do-mato (*Sloanea guianensis*) e a maria-mole (*Guapira opposita*). Essas estão acompanhadas do camboatá-branco (*Matayba guianensis*); canela-preta (*Ocotea catharinensis*); garajuva (*Buchenavia kleinii*); cinzeiro (*Hirtella hebeclada*); casco-de-tatu (*Heisteria silvianii*); cupiúva (*Tapirira guianensis*); canela-garuva (*Nectandra oppositifolia*); pau-óleo (*Copaifera trapezifolia*); garaparim (*Vantanea compacta*); seca-ligeiro (*Pera glabrata*); coração-de-bugre (*Maytenus alaternoides*); bacupari (*Rheedia gardneriana*); canela-burra (*Ocotea kuhlmannii*); canela-sassafrás (*Ocotea odorifera*); pindaíba (*Xylopia brasiliensis*); canela-fogo (*Cryptocarya aschersoniana*) e pindabuna (*Duguetia lanceolata*). No estrato médio, destaca espécies como a cortiça (*Guatteria australis*); pau-de-facho (*Aparisthmium cordatum*; cutia (*Esenbeckia grandiflora*); almécega-vermelha (*Pausandra morisiana*) e pau-rainha (*Actinostemon concolor*). O estrato herbáceo apresenta significativos agrupamentos do caeté (*Calathea* sp.) e da bananeirinha-do-mato (*Heliconia velloziana*).

Para as formações florestais presentes nas encostas íngremes dos vales fluviais, especificamente no início dessas, onde a condição de solo apresenta-se mais favorável, o autor supra citado apresenta como dominantes fitofisionômicos a laranjeira-do-mato (*Sloanea guianensis*) e o tanheiro (*Alchornea triplinervia*). Essas são seguidas de outras constituintes do estrato superior como o guamirim-ferro (*Calyptranthes lucida* var. *Polyantha*); a maria-mole (*Guapira opposita*); o camboatá-branco (*Matayba guianensis*); a peroba-vermelha (*Aspidosperma olivaceum*); o guamirim-araçá (*Myrcia glabra*); o guamirim-chorão (*Calyptranthes strigipes*); o baguaçu (*Talauma ovata*); o leiteiro (*Brosimum latescens*); o sangueiro (*Pterocarpus violaceus*); o jacarandá-vermelho (*Platymiscium floribundum*); a canela-branca (*Nectandra leucothyrsus*); a canela-fogo *Cryptocarya aschersoniana*); o ingá-macaco (*Inga sessilis*) e o cedro *(Cedrela fissilis*). No estrato médio destaca-se, sobremaneira, o palmito-jussara (*Euterpe edulis*) imprimindo uma das características fisionômicas mais marcantes dessa formação florestal, acompanhada de espécies como a canela-pimenta (*Ocotea teleiandra*); o guamirim-vermelho (*Gomidesia spectabilis*); bacopari (*Rheedia gardneriana*); garapuruna (*Marlierea tomentosa*); o catiguá-morcego (*Guarea lessoniana*); cincho (*Sorocea bonplandii*) e coração-de-bugre (*Maytenus alaternoides*). Dentre os arbustos que compõem o estrato inferior aparecem as pimenteiras (*Mollinedia uleana* e *M. triflora*), a pimenteira-de-folhas-largas (*Rudgea jasminoides*), a baga-de-pomba (*Ardisia guianensis*) e as grandiúvas-d'anta (*Psychotria suterella* e *P. nuda*).

Aparecem ainda arbustos emergentes em agrupamentos populacionais densos e frequentes de xaxins, como o xaxim-de-espinho (*Nephela setosa*) e o xaxim (*Alsophila phalerata*). O estrato herbáceo, assim como nas planícies aluviais, é composto quase que exclusivamente pelo caeté (*Calathea* sp.) e pela bananeirinha-do-mato (*Heliconia velloziana*).

Em relação à formação vegetal pioneira que desenvolve-se ao longo da margens e ilhas rochosas do rio Itajaí-Açu, Klein (1980) destaca as seguintes características ecológicas:

> *Ao longo das margens dos rios, bem como nas ilhas rochosas existentes nos mesmos, encontramos um pequeno grupo de plantas, sobretudo arbustos, que apresentam adaptações especiais a este ambiente, frequentemente, sujeito a*

periódicas enchentes. Trata-se pois, de um tipo de vegetação muito uniforme, constituído por poucas espécies com características altamente seletivas, emprestando ao conjunto uma uniformidade fisionômica extraordinária.

Nos arbustos que ocorrem com mais frequência ao longo dos rios, uma das particularidades que mais chama a atenção é, sem dúvida, a grande flexibilidade aliada a uma grande rigidez dos caules. Praticamente todas as plantas arbustivas de caules finos e flexíveis das margens dos rios, são denominadas sarandis.

Outra particularidade das plantas ribeirinhas é, sem dúvida, o denso sistema radicular, através do qual as plantas se prendem firmemente ao substrato, para poder resistir às investidas da correnteza das enchentes.

[...]

Desta forma, a vegetação que acompanha as margens dos rios do Vale do Itajaí, em quase toda a sua extensão, é dominada por ***Sebastiania schottiana, Phyllanthus sellowianus*** *e* ***Calliandra selloi****, que emprestam a estes agrupamentos um cunho próprio e bem característico, em virtude de sua grande abundância. [...]*

Além das dominantes, acima apontadas, ocorrem frequentemente nas margens ou nas ilhas situadas entre as corredeiras, os seguintes arbustos: ***Sebastiania brasiliensis*** *(leiteiro),* ***Myrcia bombycina*** *(guamirim-ferro),* ***Calyptranthes kleinii*** *(guamirim) e* ***Calliandra tweedei*** *(cabelo-de-anjo).*

[...]

Frequentemente, sobretudo no rio Itajaí-Açu, ocorrem ilhas um pouco maiores, onde se pode instalar uma vegetação mais exuberante, dominada no estrato superior por árvores bastante desenvolvidas. Entre as árvores mais frequentemente encontradas temos: ***Alchornea iricurana*** *(tapiá-guaçu), geralmente uma das árvores mais comuns;* ***Ficus organensis*** *(figueira-de-folha-miúda);* ***Myrcia rostrata*** *(guamirim);* ***Luehea divaricata*** *(açoita-cavalo);* ***Parapiptadenia rigida*** *(angico-vermelho);* ***Andira fraxinifolia*** *(pau-angelim);* ***Tabebuia umbellata*** *(ipê-amarelo);* ***Cryptocarya aschersoniana*** *(canela-fogo);* ***Brosimum latescens*** *(leiteiro);* ***Salix humboldtiana*** *(salgueiro);* ***Attlaea dubia*** *(indaiá);* ***Schizolobium parahyba*** *(garapuvu);* ***Arecastrum romanzoffianum*** *(gerivá) e outras menos frequentes.* ***Salix humboldtiana*** *(salgueiro) forma, muitas vezes, densos agrupamentos ao longo das margens dos rios, sobretudo onde as águas não apresentam forte correnteza.*

Como espécies características e exclusivas das margens de rio ou de ilhas, embora presentes de forma descontínua ou rara, temos as seguintes: ***Raulinoa echinata*** *(cutia-de-espinho), arbusto exclusivo e endêmico do curso médio do rio Itajaí-Açu;* ***Campomanesia tenuifolia*** *(guabirobeira);* ***Maytenus boaria*** *e* ***Erythroxylum myrsinites*** *(cocão).*

Tanto nos blocos rochosos existentes nos rios, quanto nas orlas das ilhas, é muito abundante e frequente a gramínea ***Panicum spathellosum****, formando*

densas colônias, que por vezes se estendem entre a vegetação arbustiva; outras vezes esta gramínea está associada com ***Panicum pilosum****.*

Ao abordar a vegetação tão peculiar existente ao longo e dentro dos rios, não podíamos deixar de mencionar os representantes de uma família especialmente adaptada ao ambiente dos rios encachoeirados. Os blocos rochosos existentes entre as corredeiras dos rios são frequentemente repletos de densas colônias de Podostemáceas, representadas principalmente pelas seguintes espécies: ***Podostemon muelleri****,* ***P. ostenianum****,* ***P. uruguayense*** *e* ***P. schencki****, sendo, possivelmente, esta última a mais abundante deste gênero no Vale do Itajaí.*

5.2.2.3.3 Situação atual da cobertura vegetal na área de influência direta

O processo histórico de uso dos recursos naturais na área dos estudos, originalmente coberta por formações florestais, resultou numa multiplicidade atual de tipos distintos de cobertura vegetal. Esses tipos são tanto de caráter natural, referente aos remanescentes florestais e estágios sucessionais e regenerativos; quanto de caráter antropogênico, como pastagens para criação de gado, cultivos agrícolas de arroz, cana-de-açúcar, palmeira-real e silvicultura com espécies exóticas. Ressalta-se ainda nesse contexto a existência de vegetação ruderal ao longo das margens da rodovia onde se estabelecem espécies exóticas e nativas tolerantes a ambientes adversos.

No Setor I, das Planícies Flúvio-Marinhas, na abrangência dos municípios de Navegantes, Ilhota e Gaspar, o uso do solo predominantemente rural encontra-se representado por pastagens e cultivos agrícolas de arroz devido às características do relevo, com presença de pequenos remanescentes fragmentados em estágio avançado de regeneração da formação Terras Baixas da Floresta Ombrófila Densa.

Já no Setor II, das Encostas dos Maciços Rochosos na abrangência dos municípios de Blumenau e Indaial (a transição entre esses dois setores se dá no município de Gaspar), o uso do solo apresenta características mistas entre urbano e rural, com maior desenvolvimento do primeiro em relação ao segundo. É possível observar diversas áreas cobertas pela formação Submontana da Floresta Ombrófila Densa, principalmente em estágio avançado de regeneração, inclusive nas margens da rodovia. Observam-se ainda pequenas áreas rurais com cultivos agrícolas de

arroz e palmeira-real, além de silvicultura com espécies exóticas, principalmente do gênero *Eucalyptus*.

A seguir são apresentadas as principais características florísticas e estruturais dessas tipologias vegetais identificadas, subdivididas em naturais e antropogênicas.

a) Tipologias vegetais naturais

- vegetação secundária da Floresta Ombrófila Densa
  - estágio avançado de regeneração:

    I. fisionomia: arbórea;

    II. estratos predominantes: estrato arbóreo dominante, por vezes indiferenciado com o estrato médio, estrato arbustivo e herbáceo dominados;

    III. distribuição diamétrica e altura: árvores adultas dos estratos dominantes variando entre 30 e 100 centímetros de DAP; altura média do estrato superior variando entorno de 12 a 14 metros;

    IV. epífitas: relativa quantidade e diversidade de epífitas representadas pelas seguintes famílias e espécies: Bromeliaceae – A*echmea ornata, A. recurvata, Vriesea gigantea, V. carinata, Tillandsia stricta, T. Geminiflora;* Araceae – *Philodendron bipinnatifidium, P. imbe,* Cactaceae – *Rhipsalis* spp.; espécies de Orchidaceae muito pouca ou ausentes; Espécies de Pteridophyta;

    V. trepadeiras: relativa quantidade e diversidade de trepadeiras representadas pelas seguintes famílias e espécies: Fabaceae – cipó-escada-de-macaco *Bauhinia microstachya;* Bignoniaceae – cipó-cravo *Tynnanthus elegans,* cipó-cruz *Arrabidea chica,* cipó-unha-de-gato *Macfadyena unguis-cati*; Sapindaceae – *Paullinia* sp., *Serjania* sp.; Apocynaceae – *Mandevilla atroviolacea*; Orchidaceae – *Vanila chamissonis*; Loganiaceae – *Strychnos trinervis*; Liliaceae – *Smilax brasiliensis*; Acanthaceae – *Mendoncia puberula*;

VI. serapilheira: presente em camadas com espessuras variáveis, ora abundante ora relativamente escassa, representada por folhas em decomposição, galhos finos e ramos grossos;

VII. sub-bosque: existente, com estratos arbustivo e herbáceo com representatividade relativa;

VIII. elementos da flora vascular: Estrato Arbóreo: tanheiros *Alchornea triplinervia* e *A. glandulosa*, pau-jacaré *Piptadenia gonoacantha*, jacatirão-açu *Miconia cinnamomifolia*, cupiúva *Tapirira guianensis*, licurana *Hieronyma alchorneoides*, canela-branca *Nectandra membranacea*, palmiteiro-Jussara *Euterpe edulis*, olandi *Calophyllum brasiliense*, pixiricão *Miconia cabussu*, jerivá *Syagrus romanzoffianum*, canela-da-praia *Ocotea pulchella*, sassafrás *Ocotea odorifera*, canela-garuva *Nectandra rigida*, mandioqueiro *Schefflera angustissima*, figueira-mata-pau *Coussapoa microcarpa*, ingazeiro *Inga edulis*, garapuvu *Schizolobium parahyba*, figueira-da-folha-miúda *Ficus organensis*, congonha *Ilex theezans*, caúna *I. dumosa*, seca-ligeiro *Pera glabrata*, capororocão *Myrsine umbellata*, embaúba *Cecropia glazioui*, maria-mole *Guapira opposita* e camboatá-vermelho *Cupania vernalis*. Estrato Arbustivo: grandiúva-d'anta *Psychotria leiocarpa*, pariparoba *Piper gaudichaudianum*, tucum *Bactris setosa* e gamiova *Geonoma gamiova*. Estrato Herbáceo: caeté *Calathea* sp., samambaia-do-brejo *Blechnum serrulatum* e bananeira-do-mato *Heliconia velloziana*;

IX. espécies vegetais endêmicas ou raras ou ameaçadas de extinção: palmiteiro-Jussara *Euterpe edulis* (*Arecaceae*), sassafrás *Ocotea odorifera* e canela-preta *Ocotea catharinensis* (*Lauraceae*), conforme a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção (IBAMA, 1992) e Instrução Normativa nº 06/2008 do Ministério do Meio Ambiente.

- estágio médio de regeneração:

  I. fisionomia: arbórea-arbustiva;

II. estratos predominantes: estrato arbustivo-arbóreo dominante e estrato herbáceo dominado e pouco desenvolvido;

III. distribuição diamétrica e altura: árvores variando entre 15 e 45 centímetros de DAP e arbustos ramificados, altura do estrato arbóreo variando entre 6 e 8 metros;

IV. epífitas: escassas, principalmente de pequeno porte como *V. carinata* e *Tillandsia stricta* e algumas espécies de *Pteridophyta*;

V. trepadeiras: muito poucas trepadeiras, principalmente salsaparilha *Smilax campestris*;

VI. serapilheira: irrelevante;

VII. sub-bosque: inexistente;

VIII. elementos da flora vascular: capororoca *Myrsine coriacea*, embaúba *Cecropia glazioui*, guaçatunga *Casearia sylvestris*, jacatirão *Tibouchina mutabilis*, congonha *Ilex theezans*, maria-mole *Guapira opposita*, canela-da-praia *Ocotea pulchella*, jerivá *Syagrus romanzoffiana*, aroeira-vermelha *Schinus terebinthifolius*, carne-de-vaca *Clethra scabra*, seca-ligeiro *Pera glabrata* e araçazeiro *Psidium cattleyanum*;

IX. espécies vegetais endêmicas ou raras ou ameaçadas de extinção: palmiteiro-Jussara *Euterpe edulis* (Arecaceae) e sassafrás *Ocotea odorifera* (*Lauraceae*), conforme a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção (IBAMA, 1992) e Instrução Normativa nº 06/2008 do Ministério do Meio Ambiente.

- estágio inicial de regeneração:

I. fisionomia: herbácea-arbustiva com indivíduos arbóreos esparsos até arbórea de pequeno porte com predomínio do espinheiro *Mimosa bimucronata*;

II. estratos predominantes: herbáceo-arbustivo;

III. distribuição diamétrica e altura: altura média variando de 1 metro no estrato herbáceo a cerca de 2,5 metros no arbustivo, arbóreo baixo de até 4 metros;

IV. epífitas: inexistentes;

V. trepadeiras: inexistentes;

VI. serapilheira: irrelevante;

VII. sub-bosque: inexistente;

VIII. elementos da flora vascular: espinheiro *Mimosa bimucronata*, capim-rabo-burro *Andropogon bicornis*, capim-forquilha *Paspalum notatum*, vassouras *Eupatorium laevigatum, Baccharis dracunculifolia, B. elaeagnoides*, assa-peixe *Vernonia tweediana*, picão-preto *Bidens pilosa*, guanxuma *Sida rhombifolia*, tiririca *Cyperus meyeanus*, pega-pega *Desmodium incanum*, mentrasto *Ageratum conyzoides*, samambaia-das-taperas *Pteridium aquilinum*, guaçatunga *Casearia sylvestris*, garapuvu *Schizolobium parahyba*, pau-leiteiro *Sapium glandulatum*;

IX. espécies vegetais endêmicas ou raras ou ameaçadas de extinção: inexistentes.

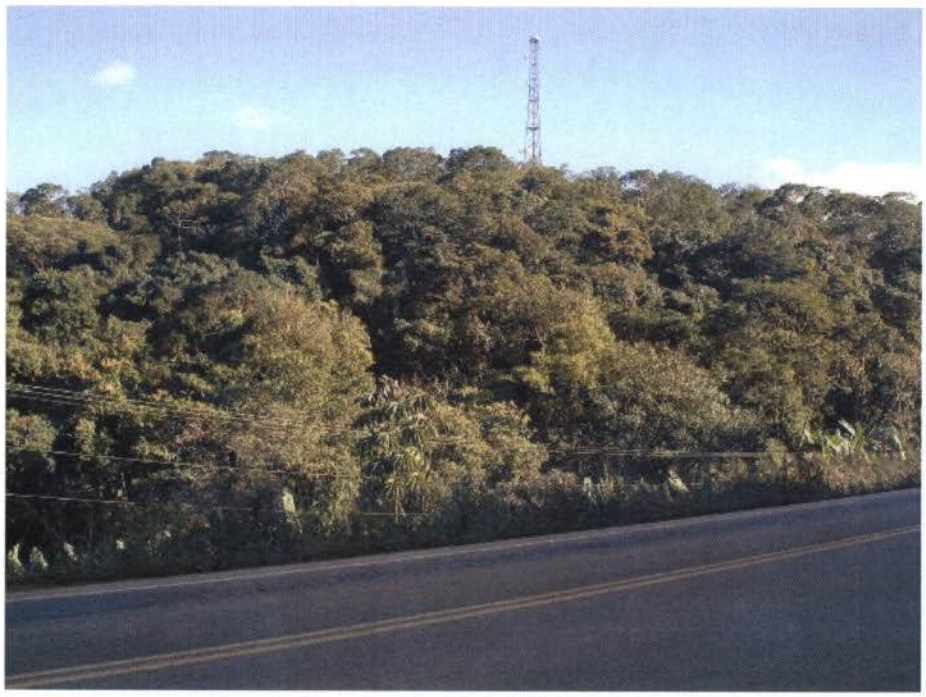


Figura 5.149 - Fisionomia da Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio avançado de regeneração na margem da BR-470.

Figura 5.150 - Fisionomia da Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio avançado de regeneração na margem da BR-470.

Figura 5.151 - Vista em detalhe da fisionomia da Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio avançado de regeneração.

Figura 5.152 - Vista em detalhe da fisionomia da Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio avançado de regeneração.

Figura 5.153 - Vista do sub-bosque da Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio avançado de regeneração.

Figura 5.154 - Fisionomia da Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio médio de regeneração destacando a predominância da embaúba *Cecropia glazioui*.

Figura 5.155 - Fisionomia da Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio médio de regeneração.

Figura 5.156 - Vista do sub-bosque da Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio médio de regeneração.

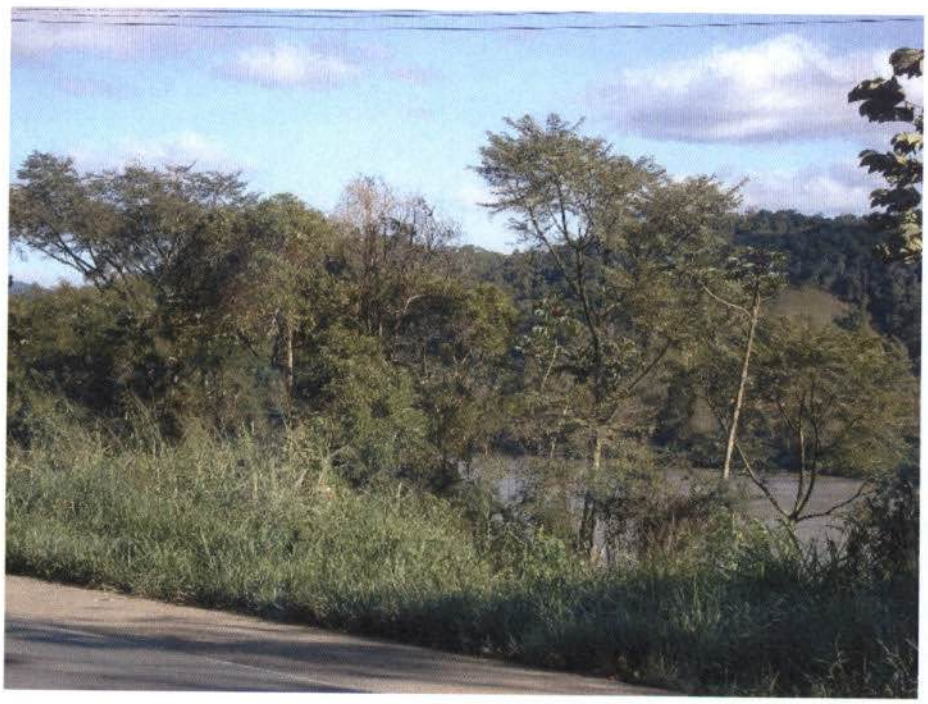


Figura 5.157 - Fisionomia do estágio inicial de regeneração da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas com porte herbáceo-arbustivo e presença de indivíduos arbóreos jovens do garapuvu *Schizolobium parahyba*.

Figura 5.158 - Fisionomia do estágio inicial de regeneração da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas com predomínio do espinheiro *Mimosa bimucronata*.

b) Tipologias vegetais antropogênicas

As tipologias vegetais antropogênicas registradas na área dos estudos encontram-se representadas por:

- vegetação ruderal viária: está presente ao longo das margens da rodovia sobre substrato alóctone depositado para construção inicial da rodovia. É de características pioneira e antropogênica e constituída de espécies vegetais pouco tolerantes quanto aos nutrientes do solo e adaptadas às condições adversas, tais como as seguintes registradas: capim-penacho *Cortaderia selloana*, capim-colonião *Panicum maximum*, capim-elefante *Pennisetum purpureum*, lírio-do-brejo *Hedychium coronarium*, mamoneira *Ricinus comunis*, goiabeira *Psidium guajava* e espinheiro *Mimosa bimucronata*. Nesses locais com vegetação ruderal, observam-se ainda diversas árvores nativas e exóticas ocorrentes de forma isolada, as quais ou foram plantadas ou ocorrem de maneira espontânea, tais como:

- árvores nativas: *Cecropia glazioui* (embaúba), *Citharexylum myrianthum* (tucaneira), *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), *Schinus terebinthifolius* (aroeira-vermelha), *Mimosa bimucronata* (espinheiro), *Alchornea iricurana* (tanheiro), *Casearia sylvestris* (guaçatunga-preta), *Trema micrantha* (grindiúva), *Senna multijuga* (canafístula), *Abarema langsdorfii* (pau-gambá), *Attalea dubia* (indaiá), *Nectandra oppositifolia* (canela-ferrugem), *Inga sessilis* (ingá-macaco), *Myrcia fallax* (guamirim), *Salix humboldtiana* (salseiro), *Myrsine coriacea* (capororoca), *Cedrela fissilis* (cedro), *Aegyphilla sellowiana* (gaioleira), *Euterpe edulis* (palmiteiro-Jussara), *Ficus insipida* (figueira-branca) e *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho);
- árvores exóticas: *Eucalyptus* spp. (eucaliptos), *Pinus* spp. (pinheiros-americanos), *Syzygium cumini* (jambolão), *Psidium guajava* (goiabeira), *Tipuana typa* (tipuana), *Bauhinia forficata* (pata-de-vaca), *Dombeya warlich* (astrapéia), *Musa paradisiaca* (bananeira), *Ficus elastica* (falsa-seringueira), *Roystonea regia* (palmeira-real), *Cassia ferruginea* (chuva-de-ouro), *Ficus benjamina* (figueirinha), *Spathodea campanulata* (tulipeira), *Platanus ocidentalis* (plátano), *Caesalpinea ferrea* (pau-ferro), *Ficus microcarpa* (figueira), *Delonix regia* (flamboyant), *Melia azedarach* (cinamomo), *Yucca elephantipes* (iuca), *Terminalia catappa* (amendoeira-da-índia), *Eryobotrya japonica* (ameixeira-do-Japão), *Citrus medica* (limoeiro) e *Grevillea robusta* (grevílea).

– pastagem: implantadas principalmente para criação de gado bovino são constituídas predominantemente pelas espécies de grama-sempre-verde do gênero *Axonopus*, em conjunto com outras espécies de *Poaceae*, *Asteraceae* e *Fabaceae* menos conspícuas;

– cultivos agrícolas: na área dos estudos estão representados principalmente pela rizicultura desenvolvida nas planícies úmidas com solos mal drenados, a qual ocupa grandes porções de terras, associadas aos cultivos em menor escala de cana-de-açúcar e palmeira-real;

- silvicultura com espécies exóticas: a silvicultura na área dos estudos encontra-se representada em pequenas áreas de plantio tanto em encostas dos morros quanto nas planícies, com expressivo predomínio de espécies do gênero *Eucalyptus,* destacando o eucalipto-rosa *Eucalyptus grandis,* e algumas poucas áreas com pinheiro-americano *Pinus elliottii.*

Figura 5.159 - Fisionomia da vegetação ruderal viária com predomínio do capim-elefante *Pennisetum purpureum* na margem da BR-470.

Figura 5.160 - Fisionomia da vegetação ruderal viária na margem da BR-470.

Figura 5.161 - Vegetação ruderal viária na margem da BR-470 com predomínio da mamona *Ricinus comunis*.

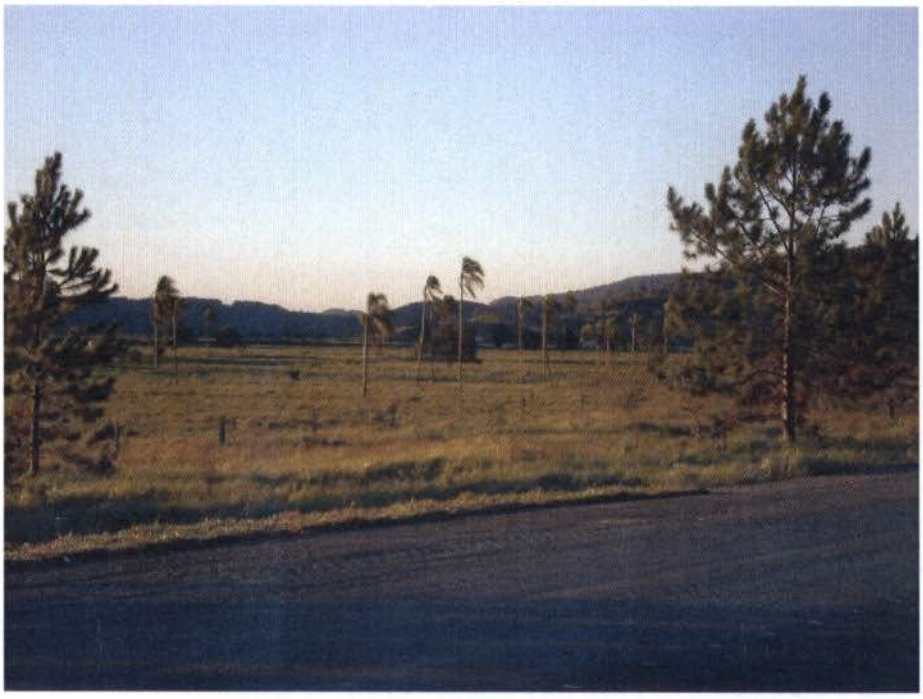


Figura 5.162 - Vista de área de pastagem junto à margem da BR-470.

Figura 5.163 - Vista de área de cultivo de arroz em preparo do solo; ao fundo, Floresta Ombrófila Densa Submontana em estágio avançado de regeneração.

Figura 5.164 - Vista de cultivo de arroz em área de planície próximo à margem da BR-470.

Figura 5.165 - Vista de cultivo de palmeira-real junto à margem da BR-470.

Figura 5.166 - Vista de silvicultura do eucalipto-rosa *Eucalyptus grandis* junto à margem da BR-470.

Figura 5.167 - Vista de silvicultura do eucalipto-rosa *Eucalyptus grandis* junto à margem da BR- 470. Táxons da flora de interesse para conservação.

5.2.2.3.4 Aspectos Fitossociológicos

Ghoddosi (2005) realizou estudo sobre a dinâmica do componente arbóreo de um remanescente de Floresta Ombrófila Densa em Blumenau no período de 1999 a 2004, com o objetivo de avaliar a dinâmica das comunidades vegetais a partir de mudanças na riqueza e estrutura das populações.

Numa área amostrada de 1 ha, a autora registrou em 1999 um total de 1.689 indivíduos (considerando como critério de inclusão DAP ≥ 4,8 cm) pertencentes a 111 espécies e 39 famílias e, em 2004, um total de 1.695 indivíduos pertencentes a 106 espécies e 39 famílias. Assim, o valor do índice de Shannon calculado em 1999 (2,87 nats/ind.) não diferiu significativamente do registrado em 2004 (2,77 nats/ind.), bem como o índice de equidade de Pielou que se mostrou similar nesse período (0,608 em 1999 e 0,594 em 2004).

Grande parte das espécies foram amostradas nos dois períodos, exceto por *Alchornea glandulosa* (tanheiro), *Eugenia catharinensis* (guamirim), *Inga lushnatiana* e *I. sessilis* (ingazeiros), *Machaerium stipitatum* (farinha-seca) e *Miconia eichleri* que não foram registradas em 2004. Contudo, a espécie *Calyptranthes eugeniopsoides* (guamirim-branco) somente foi registrada em 2004. Verificou-se nesse estudo uma redução significativa do parâmetro Área Basal nesse período, a qual estaria relacionada à lata mortalidade registrada.

Perin e Grippa (2007) elaboraram um Inventário Florestal do remanescente de Floresta Ombrófila Densa protegido pela Floresta Nacional de Ibirama, no município de Ibirama, como parte integrante do licenciamento ambiental corretivo de Linhas de Transmissão de Energia Elétrica da CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina) implantadas na década de 80 no Vale do Itajaí, com interferência direta nesta Unidade de Conservação.

Numa área amostrada de 2 ha, foram registrados (considerando como critério de inclusão DAP ≥ 5 cm) 2.789 indivíduos pertencentes a 117 espécies e 42 famílias. O índice de diversidade de Shannon foi de 3,47 nats/ind. e o de equidade de Pielou igual a 0,73. *Euphorbiaceae*, *Lauraceae*, *Meliaceae*, *Myrtaceae* e *Rubiaceae* figuram entre as principais famílias tanto quanto ao número de indivíduos

quanto ao número de espécies, representando as famílias com maior expressividade sociológica quando analisadas em conjunto.

As espécies que apresentaram maior Valor de Importância (VI) estão representadas por *Euterpe edulis* (palmiteiro-jussara), *Sloanea guianensis* (sapopema), *Alchornea glandulosa* (tanheiro), *Aspidosperma olivaceum* (peroba-vermelha), *Bathysa australis* (macuqueiro), *Nectandra puberula* (canela-amarela), *Rudgea jasminoides* (pimenteira-de-folhas-largas), *Mollinedia uleana* (pimenteira-do-mato), *Matayba guianensis* (camboatá-branco), *Cabralea canjerana* (cangerana), *Nectandra oppositifolia* (canela-ferrugem), *Psychotria nuda* (grandiúva-d'anta) e *Hieronyma alchorneoides* (licurana).

A composição florística registrada incluiu duas espécies classificadas como em ameaça de extinção: *Ocotea catharinensis* (canela-preta) e *Ocotea odorifera* (sassafrás).

Dentre as espécies registradas, destacam-se como raras para o vale do Itajaí o *Aspidosperma camporum* (pequiá), o *Tocoyena sellowiana* (falso-genipapo), o *Tabebuia cf. Heptaphylla* (ipê-roxo), o *Maytenus robusta* (cafezinho-do-mato), a *M. ilicifolia* (espinheira-santa), o *Euplassa cantareirae* (carvalho-da-serra), a *Aiouea saligna* (canela) e o *Phytolacca dioica* (umbuzeiro).

A análise dos parâmetros relativos à estrutura vertical, revela que 66,36% dos indivíduos lenhosos amostrados (1.851) encontram-se presentes na faixa altimétrica compreendida entre 4,53 e 12,3 metros, com uma distribuição aproximadamente proporcional entre a faixa inferior a 4,53 metros (18,35%) e superior a 12,3 metros (15,23%).

O volume obtido para o número de indivíduos amostrados foi de 536,87 m^3, com 70,54% pertencente à faixa altimétrica superior a 12,3 metros, enquanto a faixa altimétrica intermediária (4,53 a 12,3 metros) comportou 28,22% desse volume e a faixa altimétrica inferior apenas 1,23%.

O enquadramento dos parâmetros dendrométricos, conforme a Resolução Conama nº 004/94, indica que a vegetação florestal amostrada caracteriza-se como secundária em estágio avançado de regeneração.

Verdi (2008) elaborou estudo florístico e fitossociológico do componente arbóreo-arbustivo de remanescente de Floresta Ombrófila Densa no Parque Natural Municipal São Francisco de Assis, no município de Blumenau, registrando, numa área amostrada de 1 ha, 4.747 indivíduos (considerando como critério de inclusão DAP ≥ 1 cm) pertencentes a 183 espécies, 114 gêneros e 52 famílias. Dentre essas, destacaram-se pela maior riqueza florística *Myrtaceae*, *Lauraceae*, *Rubiaceae*, *Fabaceae* e *Euphorbiaceae.* O índice de diversidade de Shannon foi de 3,65 nats/ind. e o de equidade de Pielou igual a 0,70.

As espécies que apresentaram maior Valor de Importância (VI) estão representadas por *Euterpe edulis* (palmiteiro-jussara), *Psychotria nuda* (grandiúva-d'anta), *Brosimum glaziovii* (marmeleiro), *Sloanea guianensis* (sapopema) e *Rudgea recurva* (pimenteira).

5.2.2.3.5 Táxons da flora de interesse para conservação

a) Raras, endêmicas e ameaçadas de extinção

A relação das espécies vegetais nativas que apresentam interesse especial para conservação abrange, principalmente, espécies classificadas como ameaçadas de extinção ou raras ou endêmicas conforme listas oficiais, dispositivos da legislação ambiental vigente e outras listas de relevância estadual.

Em 1992, foi publicado pela Sociedade Botânica do Brasil (SBB) a *Centuria Plantarum Brasiliensium Exstintionis Minitata*, que trata das espécies ameaçadas da flora brasileira, relacionando um conjunto de 107 espécies de diferentes formações vegetais brasileiras com: os respectivos nomes científicos e populares; a categoria de ameaça; a distribuição; o habitat e a ecologia; as medidas conservacionistas tomadas e propostas; a biologia e o valor potencial; o cultivo e a descrição botânica. Esse trabalho resultou na expedição da Portaria nº 37-N do Ibama, de 3 de abril de 1992, que apresenta a Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção. Essa listagem foi reeditada em setembro de 2008 pela Instrução Normativa nº 06/2008 do Ministério do Meio Ambiente, após estudos desenvolvidos pela Fundação Biodiversitas que resultaram na inclusão de 472 espécies vegetais, sendo 276 para o Bioma Mata Atlântica.

Dentre as espécies incluídas nessa listagem, aparecem as seguintes com ocorrência potencial para área dos estudos:

- canela-preta *Ocotea catharinensis* (LAURACEAE);
- sassafrás *Ocotea odorifera* (LAURACEAE);
- palmiteiro-Jussara *Euterpe edulis* (ARECACEAE);
- cutia-de-espinho *Raulinoa echinata* (RUTACEAE).

Apenas o palmiteiro-Jussara *Euterpe edulis* foi registrado durante a avaliação *in loco* por tratar-se de uma espécie abundante com ocorrência tanto nas áreas florestais em estágio avançado e médio de regeneração quanto nas áreas antrópicas, especialmente na arborização de jardins de residências particulares.

b) Interesse econômico, científico e/ou medicinal

Dentre as espécies vegetais nativas com ocorrência registrada ou potencial para a área dos estudos e que apresentam relevante interesse econômico, ressalta-se, sobremaneira: o palmito-Jussara (*Euterpe edulis*), com significativo uso como comestível e, secundariamente, como ornamental; espécies das famílias *Bromeliaceae*, *Orchidaceae* e *Araceae*, no uso como ornamentais e espécies madeiráveis como a peroba-vermelha (*Aspidosperma olivaceum*), a canela-preta (*Ocotea catharinensis*) e o sassafrás (*Ocotea odorifera*), dentre as mais destacáveis.

Baseado em Simões *et al.* (1998), pode-se enumerar diversas espécies vegetais nativas com potencial para uso farmacológico e medicinal, as quais encontram-se presentes ou apresentam potencial de ocorrência nas formações vegetais existentes na área de estudo. Importante ressaltar que, apesar dos dados atualmente existentes, muitas outras espécies podem apresentar potencial para uso medicinal, devendo ser ampliados os estudos sobre essas potencialidades, dada a grande riqueza específica registrada para essas formações vegetais.

Dentre as principais espécies vegetais nativas com utilização reconhecida na medicina popular da região sul do Brasil, com ocorrência registrada ou potencial para a área de estudo, destacam-se:

- *Aristolochia triangularis* (cipó-mil-homens): utilizada internamente como anti-helmíntica (i.e., vermífuga), sedativa, emenagoga e antifebril e externamente como anti-inflamatória, antirreumática e antisséptica;
- *Baccharis trimera* (carqueja): utilizada internamente como estomáquica, antirreumática, anti-helmíntica, em problemas do fígado, em diabetes e em casos de gastroenterite, anorexia, gripe e resfriado e externamente no tratamento de feridas e ulcerações;
- *Bauhinia candicans* (pata-de-vaca): utilizada internamente como hipoglicemiante, hipocolesteremiante e diurética;
- *Bidens pilosa* (picão-preto): utilizado internamente em manifestações da icterícia e externamente como anti-inflamatório (inclusive da mucosa bucal), antisséptico e cicatrizante;
- *Casearia sylvestris* (guaçatonga): utilizada internamente como depurativa e antirreumática e externamente em afecções da pele como cicatrizante;
- *Cecropia glazioui* (emabúba): utilizada internamente em casos de bronquite e asma, também citada como cardiotônica e diurética e externamente para lavagens vaginais em casos de corrimento;
- *Chenopodium ambrosioides* (erva-de-santa-maria): utilizada internamente como carminativa, emenagoga, tônica, estomáquica, digestiva, vermífuga e em casos de bronquite e externamente no tratamento de reumatismos;
- *Chiococca alba* (cipó-cruz): utilizada internamente como diurética, purgativa, emética, no tratamento de reumatismo, ascite e hidropsia;
- *Echinodorus grandiflorus* (chapéu-de-couro): utilizada internamente como antirreumática, diurética, depurativa, em problemas renais e afecções do trato urinário e externamente em problemas de pele;
- *Eugenia uniflora* (pitangueira): utilizada internamente como anti-diarreica, diurética, adstringente, antifebril, estimulante e antirreumática;
- *Maytenus ilicifolia* (espinheira-santa): utilizada internamente como antiasmática, anticonceptiva e em tumores estomacais e externamente como antisséptica em feridas e úlceras;

- *Passiflora spp.* (maracujás): utilizada internamente como calmante, diurética, anticonceptiva, antifebril, anti-helmíntica e anti-inflamatória;
- *Polygonum hydropiperoides* (erva-de-bicho): utilizada internamente como diurética e antidiarreica e externamente como antirreumática e anti-hemorroidal;
- *Solidago chilensis* (erva-lanceta): utilizada internamente em distúrbios gastrointestinais e externamente como cicatrizante;
- *Zanthoxylum rhoifolium* (mamica-de-cadela): utilizada internamente como adstringente, estimulante, antifebril, tônica, carminativa, antiespasmódica e em dor de dente.

5.2.3 Fauna

A construção de estradas ou sua ampliação para autopistas colabora para a ocorrência de uma série de implicações ecológicas para a biota local, pois pode provocar perda, redução e fragmentação ambientais. A proporção da intensidade e da amplitude dos impactos potencialmente negativos vai depender do grau de conservação e da representatividade dos ambientes inseridos, sobremaneira, na área diretamente afetada pelo empreendimento.

A implantação do novo projeto para a rodovia BR-470 se dará principalmente em áreas degradadas, por isso não se esperam grandes modificações ambientais. Em alguns pontos, onde haverá supressão de vegetação, espera-se a ocorrência de implicações ecológicas sobre a biota local que irão refletir diretamente nas comunidades faunísticas silvestres.

Numa escala de impactos potencialmente negativos resultante da implantação desse empreendimento estariam a supressão da vegetação, a perda e redução de habitats faunísticos e o aumento dos índices de atropelamento de fauna pelo incremento de automóveis e caminhões.

Muito embora a duplicação da BR-470 ocorra em áreas já ocupadas, as implicações ecológicas oriundas da implantação podem ser mitigadas e compensadas adequadamente

A avaliação desses impactos modificadores dos habitats faunísticos veio acompanhada por sua respectiva matriz de impactos, sendo apresentadas medidas mitigadoras e compensatórias, necessárias para amenizar os possíveis danos à fauna silvestre.

5.2.3.1 Ictiofauna

5.2.3.1.1 Introdução

A América do Sul contém a mais rica ictiofauna de água doce do mundo, porém, a avaliação e a compreensão dessa riqueza são negativamente afetadas pelo conhecimento incompleto de sua ecologia, biologia e sistemática (MENEZES, 1996, *apud* MONTAG, 2008).

A ictiofauna de água doce Neotropical é a mais rica de todo o planeta. De acordo com Reis *et al.* (2003), das 13.000 espécies de peixes de água doce estimadas para o planeta, aproximadamente 6.000 espécies encontram-se na região Neotropical, das quais 4.475 são consideradas válidas e cerca de 1.550 são conhecidas, porém ainda não descritas formalmente.

Os ecossistemas aquáticos da Mata Atlântica brasileira possuem fauna de peixes rica e variada, associada, de forma íntima, à floresta que lhe proporciona proteção e alimento. O traço marcante dessa fauna é seu grau de endemismo, resultante do processo de evolução histórica das espécies em área geomorfologicamente isolada das demais bacias hidrográficas brasileiras (HERINGER e MONTENEGRO, 2000).

A fitogeografia do Estado de Santa Catarina encontra-se integralmente representada por formações vegetais pertencentes ao bioma Mata Atlântica, com destacada predominância de ecossistemas florestais; referentes à Floresta Ombrófila Densa (ou Mata Atlântica sentido restrito), à Floresta Ombrófila Mista (ou Mata com Araucárias) e à Floresta Estacional Decidual (ou Floresta do Alto Uruguai); e de ecossistemas associados; como restingas, manguezais e campos de altitude, conforme disposto no Decreto Federal nº 750, de 10 de fevereiro de 1993 (PROSUL, 2006).

A rede hidrográfica do Estado de Santa Catarina é constituída por dois sistemas independentes de drenagem: o Sistema Integrado da Vertente do Interior, comandado pela bacia Paraná-Uruguai, e o Sistema da Vertente Atlântica, formado por um conjunto de bacias isoladas. A região hidrográfica do Vale do Itajaí integra esse último sistema. Suas águas são drenadas para leste e seu principal rio (Itajaí-Açu) deságua diretamente no oceano Atlântico. A região hidrográfica do Vale do Itajaí é composta principalmente pela bacia hidrográfica do rio Itajaí, situada na região leste catarinense e ocupa parte do planalto e do litoral do Estado (FURB, 2009).

A composição ictiofaunística ao longo dos rios acompanha as mudanças ambientais no tempo e no espaço, com a efetividade de suas barreiras naturais (representadas por corredeiras e cachoeiras) e com o tamanho e multiplicidade de nichos ecológicos. Os rios são sistemas abertos que participam de todos os processos ecológicos que ocorrem nas bacias hidrográficas (BARRELLA *et al.*, 2000, *apud* HIRSCHMANN *et al.*, 2008), influenciando fortemente na composição da biota.

São registradas para o Estado de Santa Catarina, segundo Godoy (1987), 311 espécies de peixes marinhos, 34 espécies pertencentes a bacia do rio Iguaçu, 63 espécies pertencentes a bacia do rio Uruguai, 38 existentes em lagos e rios costeiros e quatro espécies exóticas. Ainda conforme o autor, publicações catarinenses sobre a ictiofauna de Santa Catarina existem, porém são poucas.

A ictiofauna da bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu é pouco conhecida pela ciência. Entretanto, levantamentos preliminares realizados pelo "Projeto Peixes" da Universidade Regional de Blumenau, em 2005, indicam que devem ocorrer aproximadamente 60 espécies de peixes, contando as espécies nativas, as que migram do mar e as exóticas (MORETTO, 2005).

Segundo Marinho (2006), os corpos aquáticos de diversas regiões do mundo, vêm apresentando uma significativa redução na diversidade de peixes nativos, devido principalmente a degradação dos habitats, a sobrepesca dos estoques e a introdução de espécies exóticas, que juntos provocam a desestruturação das comunidades ou até mesmo a extinção local de algumas espécies.

O conhecimento da composição da ictiofauna e a compreensão dos mecanismos funcionais da mesma constituem condição imprescindível para a avaliação das possíveis alterações ambientais e para a definição de medidas minimizadoras dos impactos sobre o ambiente e seus diversos componentes (HICKSON *et al.*, 1993).

Para inventariar e diagnosticar a ictiofauna na área de influência do futuro empreendimento, realizou-se amostragens utilizando redes de espera (malhas 15, 20, 30 e 40 milímetros entre nós opostos), tarrafas e puçás. Além desses, foi confeccionada uma lista de espécies de possível ocorrência para a área de influência do empreendimento, a partir de consultas a bibliografias especializadas, trabalhos e artigos técnicos efetuados na bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu. Também foram consultadas as Coleções Taxonômicas de Universidades através do Sistema Nacional de Informações sobre Coleções Ictiológicas (Sibip/NeoDat III).

A análise da ictiofauna e dos ecossistemas aquáticos foi baseada em amostragens diretas, realizadas em três dos principais corpos hídricos presentes na área de influência direta, que subsidiaram a avaliação da biodiversidade local e sua situação dentro dos domínios biogeográficos regionais.

5.2.3.1.2 Metodologia

a) Área de estudo

As coletas ícticas foram realizadas em três pontos situados entre as cidades de Indaial e Ilhota, em Santa Catarina. Para escolha dos pontos de coleta, deu-se preferência aos trechos da rodovia, objeto de estudo, que atravessavam os principais corpos hídricos presentes na AID do futuro empreendimento.

A recomendação feita no parecer técnico do Ibama nº 128/2009 - COTRA/CGTMO/DILIC, que sugere cinco estações, foi estudada em campo e concluiu-se que para cumprir o objetivo proposto, que é descrever a ictiofauna ocorrente na área de influência direta do empreendimento em questão, os três pontos escolhidos são suficientes pelos seguintes motivos:

- as três estações de coleta amostram os principais cursos d'água da AID;

- cursos hídricos menores que cruzam a BR470, por estarem na mesma bacia hidrográfica (bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu) e nas mesmas microbacias, podem ser considerados amostrados, pois contêm as mesmas características dos cursos maiores amostrados nas três estações;
- todos os habitats que ocorrem na AID (como corredeiras, poços, locais com mata ciliar mais preservadas e locais sem mata ciliar, cursos hídricos com águas turvas e águas claras), foram contemplados nas três estações;
- a curva do coletor mostra que com a amostragem da ictiofauna nos pontos escolhidos, foi possível inventariar grande parte das espécies ícticas de ocorrência na área. Para tal, utilizaram-se equipamentos para captura de ictiofauna de grande e pequeno porte e forma contempladas as partes fundas e rasas do corpo hídrico.
- o curso d'água ao norte da estação 02 é um braço artificial do cursos d'água da estação 03 (a confluência do dois é poucos metros de distância das coletas;
- a localidade de Alto Diamante foi amostrada na estação 03 (mesmas características ecológicas).

Os três pontos de coleta de espécimes, que sofrem influência direta do empreendimento possuem as seguintes coordenadas geográficas:

TABELA 5.35 - COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

PONTO AMOSTRAL	RIO	COORDENADAS
Ponto 01	Luiz Alves	26°50'56.42"S, 48°48'7.85"O
Ponto 02	Ribeirão Itoupava	26°51'45.81"S, 49° 5'1.49"O
Ponto 03	Benedito	26°52'41.57"S, 49°14'28.14"O

O Ponto 01 está localizado na cidade de Ilhota. Essa área caracteriza-se por uma formação vegetal denominada Floresta Ombrófila Densa, dentro do bioma Mata Atlântica, no rio Luiz Alves, que caracteriza-se como sendo ambiente lótico, com fundo lodoso e águas turvas. No trecho estudado, constatou-se a ausência de mata ciliar, decorrente de interferência antrópica causada pela utilização da área para pecuária bovina.

Figura 5.168 - Aspecto da paisagem - Ponto 01.

O Ponto 02 está localizado na cidade de Blumenau. Esta área caracteriza-se por uma formação vegetal denominada Floresta Ombrófila Densa, dentro do bioma Mata Atlântica, no Ribeirão Itoupava, que caracteriza-se como sendo ambiente lótico, com fundo arenoso e águas claras. No trecho estudado constatou-se forte interferência antrópica, caracterizada pela ocupação das encostas, acarretando na diminuição da mata ciliar e contaminação hídrica por efluentes sanitários.

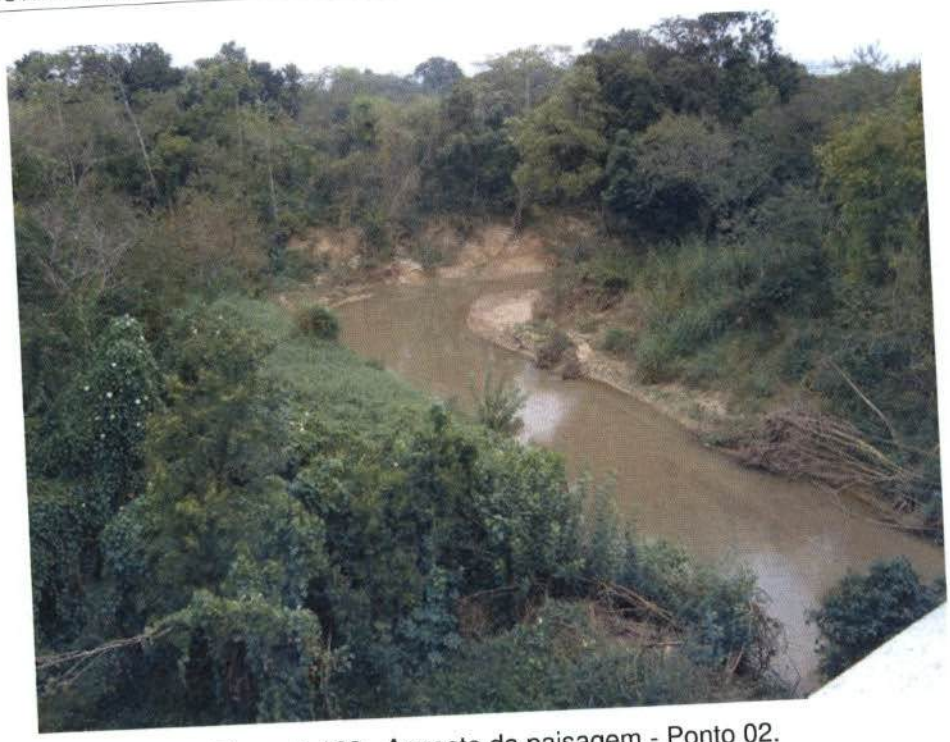


Figura 5.169 - Aspecto da paisagem - Ponto 02.

O Ponto 03 está localizado na cidade de Indaial. Essa área caracteriza-se por uma formação vegetal denominada Floresta Ombrófila Densa, dentro do bioma Mata Atlântica, no rio Benedito, que caracteriza-se como sendo ambiente lótico, com fundo lodoso e águas turvas. No trecho estudado constatou-se interferência antrópica, caracterizada pela ocupação das encostas acarretando na diminuição da mata ciliar.

Figura 5.170 - Aspecto da paisagem - Ponto 03.

b) Técnicas de amostragem

Em todos os pontos amostrados, os peixes foram capturados com: redes de emalhar (Figura 5.171 e 5.172), de malhas 15, 20, 30 e 40 milímetros entre nós opostos, colocadas nas margens do rio; lances de tarrafa (Figura 5.173), de malhas de 1,0 e 1,5 centímetros (medidos entre nós opostos) e 13 braças de circunferência, em trechos mais profundos; e puças (Figura 5.174) para captura da ictiofauna presente junto a macrófitas aquáticas e margens com mata ciliar.

Observa-se que no parecer técnico nº 128/2009 – COTRA/CGTMO/DILIC ainda constavam mais dois tamanhos de redes de emalhar (2 e 4,5 centímetros), porem após optou-se pelas malhas de 1,5 e 3,5 que abrangem as mesmas espécies e agilizam o trabalho.

TABELA 5.36 - DETALHAMENTO TÉCNICO DOS APETRECHOS DE PESCA UTILIZADOS PARA CAPTURA DE PEIXES NO INVENTÁRIO DE ICTIOFAUNA

TIPO	MALHA (CM)[1]	COMPRIMENTO (M)	ALTURA (M)
REDE DE ESPERA (EMALHAR)	1,5	25,00	1,60
REDE DE ESPERA (EMALHAR)	2,0	25,00	1,60
REDE DE ESPERA (EMALHAR)	3,0	25,00	1,60
REDE DE ESPERA (EMALHAR)	4,0	25,00	1,60
PUÇA	0,50	0,45	0,30
TARRAFA DE ARGOLA	1,00	13,00[2]	-
TARRAFA DE TENSO	1,50	13,00[2]	-

[1] Medida entre nós adjacentes.

[2] Medida do perímetro da tarrafa em braça (1 braça = ± 1,5m).

Figura 5.171 - Captura de espécimes ícticas por meio de redes de emalhar.

Figura 5.172 - Captura de espécimes ícticas por meio de redes de emalhar.

Figura 5.173 - Captura utilizando tarrafa.

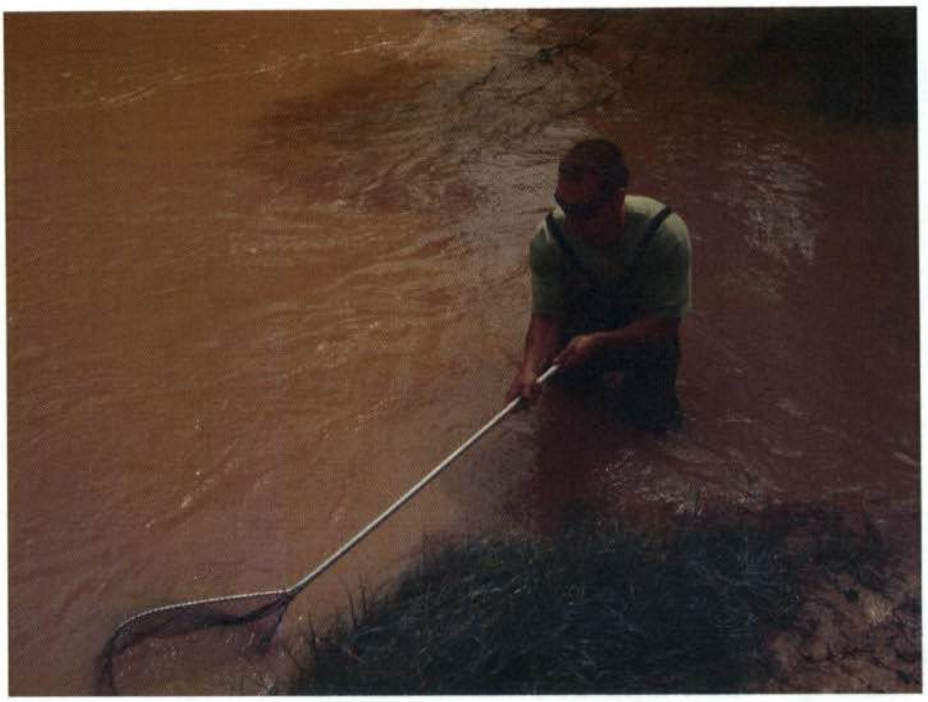


Figura 5.174 - Captura de espécimes ícticas por meio de captura com puça.

Nas amostragens realizadas, as redes de emalhar foram armadas ao entardecer de um dia (entre 17 e 18 horas) e verificadas a cada 12 horas até o entardecer do dia seguinte, ficando armadas durante um período de 48 horas. Foi igualmente realizado em cada ponto 75 lances de tarrafa, contemplando os mais diversos ambientes aquáticos (poços, corredeiras e margens). Finalmente, foi realizado durante um período de 30 minutos, captura com puça da ictiofauna presente junto as macrófitas aquáticas e nas margens junto a mata ciliar.

Os espécimes da ictiofauna coletados (somente as espécies nativas que necessitam de identificação por contagem de raios ou escamas) foram acondicionados em sacos plásticos identificados até a menor categoria taxonômica possível, de acordo com seu ponto de coleta e método utilizado na captura. Todos os espécimes coletados foram fixados em formalina 10%, e transferidos para álcool etílico a 70°GL após 48 horas, conforme sugerido por Auricchio e Salomão (2002).

As espécies exóticas coletadas não foram devolvidas ao curso d'água.

c) Períodos de amostragem

Os trabalhos de campo contaram com duas campanhas, sendo que as amostragens referentes à primeira campanha ocorreram entre os dias 14 ao 21 de dezembro de 2009 e a segunda entre os dias 01 a 07 de março de 2010. Cada amostragem contemplou os três pontos de coletas.

5.2.3.1.3 Resultados e Discussão

A partir de levantamentos bibliográficos, foram listadas 62 espécies de peixes, distribuídos em seis ordens e 18 famílias de possível ocorrência para a bacia do rio Itajaí-Açu. Dessas, 18 espécies foram confirmadas até o momento.

Os peixes capturados na primeira campanha, nos Pontos 01, 02 e 03, totalizaram 78 espécimes, sendo 41 espécimes no Ponto 01; 17 no Ponto 02 e 20 no Ponto 03. Os espécimes coletados pertencem a 18 espécies, distribuídas em três ordens, sendo a mais numerosa a ordem *Characiformes*, com oito espécies (*Cyphocharax santacatarinae*, *Astyanax sp.*, *Astyanax altiparanae*, *Astyanax aff. bimaculatus*, *Astyanax eigenmanniorum*, *Astyanax fasciatus*, *Oligosarcus jenynsii* e *Hoplias malabaricus*); seguida por Siluriformes (*Hypostomus plecostomus*, *Rineloricaria latirostris*, *Pimelodella lateristriga*, *Pimelodus maculatus* e *Rhamdia quelen*) e Perciformes (*Crenicichla lacustris*, *Geophagus brasiliensis*, *Cyprinus carpio*, *Centropomus undecimalis* e *Awaous tajasica*), ambas com cinco espécies.

Os registros secundários foram compilados a partir da consulta de diversas bibliografias, entre as quais: Bertelli *et al.* (2004), Rosini e Beaumord (2007), Moretto *et al.* (2005), Britto (2005) e Buckup *et al.* (2007). Para a identificação das espécies coletadas contou-se com os guias dos autores: Fowler (1948; 1950; 1951; 1954), Godoy (1986; 1987), Oyakawa *et al.* (2006), Ribeiro *et al.* (2006), Buckup *et al.* (2007), Ghazzi e Oyakawa (2007), Menezes *et al.* (2007) e Meurer *et al.* (2008).

Nessa campanha, foram inventariados 78 espécimes ícticas. Não foram encontradas até o momento espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção, porém, foram encontradas as espécies *Pimelodus maculatus* (Figura 5.175) e *Rhamdia quelen* (Figura 5.176), que são consideradas por Carolsfeld (2007), espécies realizadoras de movimento migratório. Foi encontrado também um

indivíduo da espécie *Cyprinus carpio* (Figura 5.177), que é exótica. Espécime de *Tilapia rendalli* capturado no Ponto 02 (Figura 5.178).

Figura 5.175 - Espécime de *Pimelodus maculatus* (mandi) capturado no Ponto 01.

Figura 5.176 - Espécime de *Rhamdia quelen* (jundiá) capturado no Ponto 01.

Figura 5.177 - Espécime de *Cyprinus carpio* (carpa-comum) capturado no Ponto 01.

Figura 5.178 - Espécime de *Tilapia rendalli* (tilápia) capturado no Ponto 02.

Segundo Agostinho e Júlio-Júnior (1996, *apud* SABINO, 2000), a introdução de espécies exóticas em bacias de grande porte, como é o caso da bacia do Itajaí-Açu, provavelmente afetaria espécies nativas mediante competição por alimento, redução dos estoques naturais, ou mesmo por extinção local de algumas espécies.

Nos três pontos estudados, observou-se impactos de natureza antrópica que podem estar influenciando na redução da mata ciliar e na contaminação dos corpos hídricos. Foram constatados nos Pontos 01, 02 e 03 a ocupação inadequada das encostas dos rios e ribeirões estudados (Figura 5.179); a pecuária bovina em área marginal ao curso hídrico do Ponto 01 (Figura 5.180), que pode ter causado o desaparecimento da mata ciliar em um trecho por inteiro, e a contaminação hídrica provocada pelo descarte de efluentes sanitários sem tratamento adequado diretamente em corpos d'água (Figura 5.181).

Diversos autores, entre eles Agrar (2004), alertam para os efeitos negativos que o desmatamento da vegetação ciliar em rios pode provocar na comunidade íctica, prejudicando de forma direta, espécies dependentes de matéria orgânica alóctone como frutas, sementes e insetos, assim como outras espécies juvenis e forrageiras que a utilizam a vegetação ciliar como abrigo e local de reprodução.

Até o momento, o que pode-se perceber é que a diversidade da ictiofauna nos rios Luiz Alves, Ribeirão Itoupava e Benedito, área de influência direta do futuro empreendimento, mostrou-se prejudicada pelos impactos ambientais constatados em campo. É importante ressaltar a necessidade de um acompanhamento por meio do monitoramento da fauna íctica, agregado às praticas conservacionistas, a fim de manter equilibradas as populações ícticas.

Figura 5.179 - Ocupação de encosta no Ponto 02.

Figura 5.180 - Pecuária bovina em área marginal ao curso hídrico no Ponto 01.

Figura 5.181 - Descarte de efluentes sanitários no Ponto 02.

a) Ordenamento taxonômico das espécies

A lista de espécies ícticas encontradas até o momento e as de ocorrência para a bacia do rio Itajaí-Açu podem ser analisadas na Tabela 5.37, que também contempla a forma pela qual foi realizado o registro, seu status de conservação, espécies nativas, exóticas, marinhas e comerciais.

TABELA 5.37 - ESPÉCIES DE OCORRÊNCIA NA BACIA DO RIO ITAJAÍ-AÇU / "BB" – REGISTRO BIBLIOGRÁFICO, "CA" - COLETADO NA ÁREA DE ESTUDO, "E" – EXÓTICO, "N" – NATIVO, "M" MARINHO, "A" - AMEAÇADA E "C" - COMERCIAL

ESPÉCIES	NOME VERNÁCULO	NATIVAS (N) / EXÓTICAS (E) / MARINHOS (M)	ESP. COM. (C) / AMEAÇADAS (A)	MÉTODO DE REGISTRO
Curimata sp.	Curimatã	N	-	BB
Cyphocharax santacatarinae	Saguarú	N	-	BB / CA
Characidium fasciatum	Barrigudinho	N	-	BB
Astyanax sp.	Lambari	N	-	BB / CA
Astyanax scabripinniis	Piava rabo vermelho	N	-	BB
Astyanax altiparanae	Piava rabo amarelo	N	-	BB / CA

ESPÉCIES	NOME VERNÁCULO	NATIVAS (N) / EXÓTICAS (E) / MARINHOS (M)	ESP. COM. (C) / AMEAÇADAS (A)	MÉTODO DE REGISTRO
Astyanax aff. *bimaculatus*	Lambari	N	-	BB / CA
Astyanax eigenmanniorum	Piava	N	-	BB / CA
Astyanax fasciatus	Piava	N	-	BB / CA
Astyanax lacustris	Piava	N	-	BB
Bryconamericus microcephalus	Piaba	N	-	BB
Charax sp.	Piavinha	N	-	BB
Creagrutus sp.	Piava-listrada	N	-	BB
Deuterodon supparis	Piaba	N	-	BB
Hollandichthis multifasciatus	Lambari-listrado	N	A (Em perigo no Estado do RS)	BB
Mimagoniates sp.		N	A (Vulnerável)	BB
Oligosarcus jenynsii	Tajabicu	N	-	BB / CA
Piaractus mesopotamicus	Pacu	E	C	BB
Hoplias malabaricus	Traíra	N	C	BB / CA
Trichomycterus sp.		N	-	BB
Callichthys callichthys	Bagre cascudo	N	-	BB
Corydoras ehrhardtí	Capotinha de aço	N	-	BB
Corydoras paletus	Cascudinho da pedra	N	-	BB
Ancistrus multispinis	Cascudo roseta	N	-	BB
Hemipsilichthys calmini	Cascudo	N	-	BB
Hemipsilichthys gobio	Cascudo	N	-	BB
Hypostomus punctatus	Cascudo	N	C	BB
Hypostomus commersoni	Cascudo	N	C	BB
Hypostomus plecostomus	Cascudo	N	C	BB / CA
Loricaria sp.	Viola	N	-	BB
Loricariichthys anus	Viola	N	-	BB
Otocinclus sp.	Cascudo	N	-	BB
Rineloricaria cubatanensis	Viola	N	-	BB
Rineloricaria latirostris	Viola	N	-	BB / CA
Glanidium melanopterum	Testa de ferro	N	-	BB
Chasmocranus truncatorostris	Bagre	N	-	BB
Imparfinis sp.	Bagre	N	-	BB
Microglanis sp.	Bagrizinho	N	-	BB
Pimelodella lateristriga	Mandi-chorão	N	-	BB / CA
Pimelodella pappenheimi	Mandi	N	-	BB
Pimelodus maculatus	Mandi	N	-	BB / CA
Rhamdia quelen	Jundiá	N	C	BB / CA

ESPÉCIES	NOME VERNÁCULO	NATIVAS (N) / EXÓTICAS (E) / MARINHOS (M)	ESP. COM. (C) / AMEAÇADAS (A)	MÉTODO DE REGISTRO
Clarias gariepinus	Bagre africano	E	C	BB
Genidens barbus	Bagre	N	-	BB
Genidens genidens	Bagre	N	-	BB
Ictalurus punctatus	Bagre	N	-	BB
Synbranchus marmoratus	Muçum	N	-	BB
Cichlasoma facetum	Acará, Cara	N	-	BB
Crenicichla lacustris	Joaninha	N	-	BB / CA
Crenicichla maculata	Joaninha	N	-	BB
Geophagus brasiliensis	Acará	N	C	BB / CA
Tilapia rendalli	Tilápia	E	C	BB
Cyprinus carpio	Carpa comum	E	C	BB / CA
Ctenopharyngodon idella	Carpa capim	E	C	BB
Hypophthalmichthys molitrix	Carpa cabeça grande	E	C	BB
Centropomus paralelus	Robalo peva	M	C	BB
Centropomus undecimalis	Robalo flecha	M	C	BB / CA
Awaous tajasica	Peixe aipim, Jundiá mole	M	-	BB / CA
Gymnotus carapo	Tuvira	N	-	BB
Gymnotus silvius	Tuvira	N	-	BB
Mugil platanus	Tainha	M	C	BB

Na Figura 5.181 é apresentada a Curva Acumulada de Espécies ou Curva do Coletor obtida até o presente, onde 11, 12, 13, 14 e 15 representam as cinco amostragens da primeira campanha e 21, 22, 23, 24 e 25 representam as cinco amostragens da segunda campanha.

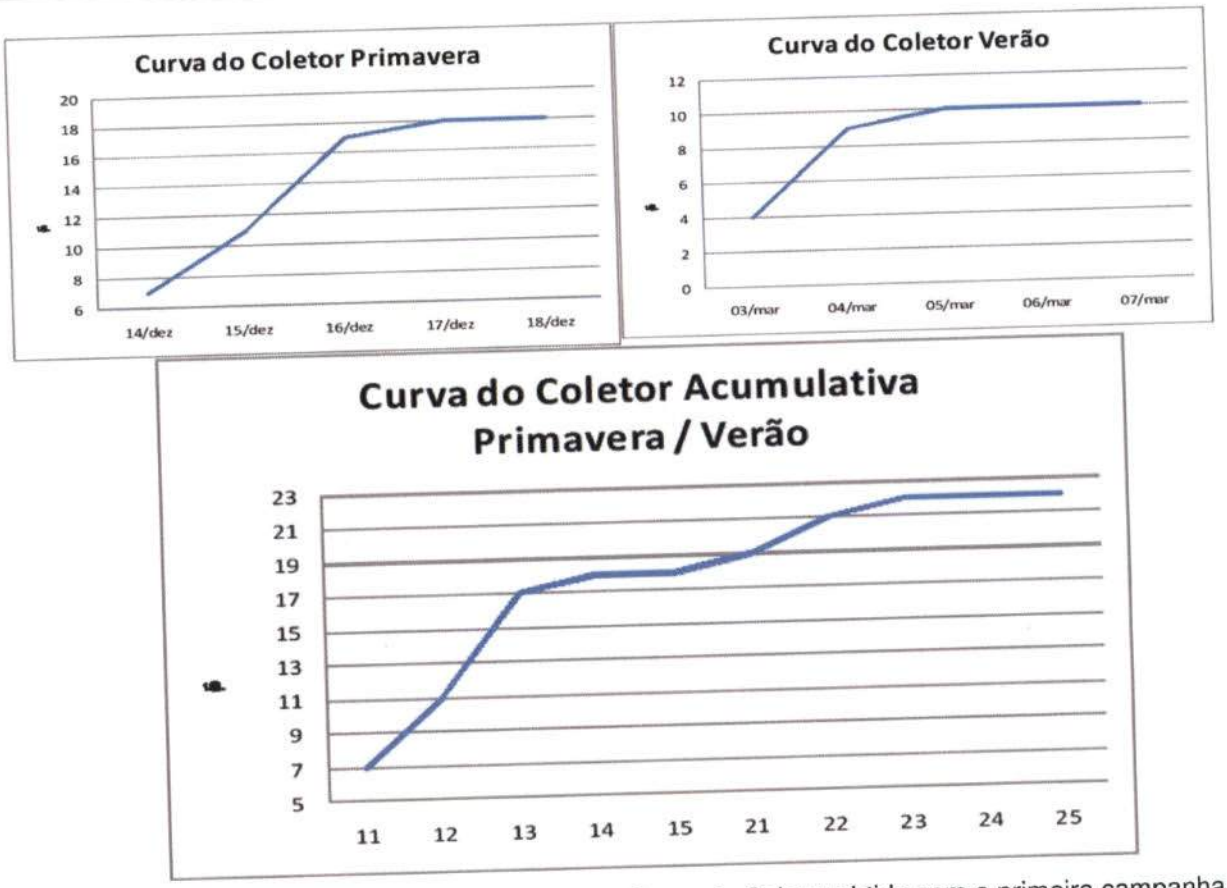


Figura 5.182 - Curva Acumulada de Espécies ou Curva do Coletor obtida com a primeira campanha do diagnóstico da Ictiofauna na AID da Rodovia BR-470.

5.2.3.1.4 Descrição do impacto

No que se refere à ictiofauna, a duplicação da BR-470 com o aumento do fluxo pode facilitar o acesso de pessoas às margens dos cursos hídricos próximos a rodovia e agravar a situação atual da faixa de mata ciliar e consequente perda de habitat, que já está prejudicada pela ocupação das encostas e das margens dos corpos hídricos. Pode ocasionar também uma maior incidência de contaminação dos corpos hídricos por produtos perigosos liberados após acidentes de trânsito envolvendo veículos de transporte dos mesmos, devido ao provável aumento do fluxo de veículos na rodovia.

5.2.3.1.5 Medidas Mitigadoras

Incrementar soluções de engenharia para evitar que derramamentos acidentais de produtos perigosos e cargas em geral atinjam os cursos d'água.

5.2.3.2 Entomofauna

5.2.3.2.1 Introdução

Os invertebrados têm sido cada vez mais utilizados em programas de monitoramento ambiental, pois eles respondem rapidamente às alterações ambientais; formam um taxa altamente diversa (LANDAU *et al.*, 1999); são apropriados como espécies indicadoras devido a sua grande abundância, diversidade morfológica, taxonômica e funcional (RESTELLO, 2003) e por serem componentes chave dos ecossistemas terrestres (FISHER, 1998).

Em geral, os invertebrados apresentam respostas demográficas e dispersivas mais rápidas do que organismos com ciclos de vida mais longos e também podem ser amostrados em maior quantidade e em escalas mais refinadas do que os organismos maiores (LEWINSOHN *et al.*, 2005). Essas vantagens são contrabalançadas por dificuldades taxonômicas em muitos dos grupos e pelo tempo necessário para processar as amostras (LEWINSOHN *et al.*, 2005).

Dentre os invertebrados, alguns autores destacam a versatilidade na utilização de insetos para monitoramento e estudo de impacto ambiental por serem animais de grande importância ecológica, que atuam em vários processos biológicos fundamentais, tais como: polinização; dispersão de sementes; autorregulação de populações e decomposição de matéria orgânica (SANTOS, 1981; KIM, 1993; MILHOMEM *et al.*, 2003).

5.2.3.2.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento das espécies de *Coleoptera*, *Formicidae* e *Rhopalocera* ocorrentes na área de influência da BR-470, no subtrecho Navegantes – Indaial. Além de servir para avaliar os impactos de um determinado empreendimento sobre a entomofauna local, os dados obtidos nesses tipos de levantamento, se devidamente tomados e documentados, podem contribuir para o conhecimento da distribuição e ecologia das espécies. Dados como esses são partes fundamentais do desenvolvimento de estratégias de conservação (MARES, 1986).

5.2.3.2.3 Metodologia

a) Coletas

Todas as coletas foram diurnas (iniciadas às 8 horas e finalizadas às 16 horas) e seguiram o procedimento abaixo:

- isca de sardinha: essa técnica foi utilizada para a captura de formigas. Em um transecto de 120 metros ao longo de cada área de coleta foram dispostas, no chão, oito iscas atrativas com sardinha, a cada 15 metros. Após 60 minutos de exposição, as iscas eram recolhidas, colocadas em bandejas e, com o auxílio de pinça e pincel, as formigas atraídas eram capturadas e colocadas em potes de plástico com álcool 80% para posterior triagem e identificação em laboratório. Segundo Freitas *et al.* (2003), esse tempo de exposição das iscas é suficiente, pois se expostas por mais tempo podem resultar em dominância total de algumas espécies com bom recrutamento, em detrimento de outras;
- varredura: para aplicação dessa metodologia foi utilizado um puçá de 28 centímetros de diâmetro sendo a "rede" feita com tecido voal. Em cada área amostrada foram realizadas oito varreduras a cada 25 metros em um transecto de 200 metros. Durante as coletas o puçá foi "arrastado" pela vegetação durante um minuto, buscando abrangê-la integralmente. Ao término do tempo, o material coletado era transferido para vidros e, posteriormente, triado em laboratório com auxílio de pincel, pinça e bandeja. Antes da triagem, cada vidro contendo as amostras permanecia aproximadamente quatro minutos no *freezer* buscando-se a redução da atividade dos insetos coletados. É importante que os insetos não morram, pois besouros diminutos tornam-se praticamente impossíveis de serem visualizados entre todos os elementos presente na amostra. O movimento lento dos insetos, quando vivos, torna-os facilmente visíveis. Cada pote de vidro contendo o material de um minuto de varredura foi considerado uma unidade amostral;
- batedor: esse método consiste em "bater e sacudir" os galhos de arbustos com um pau, posicionando um guarda-chuva, de face inferior clara,

embaixo dos galhos. Desse modo, os insetos que estão nesse arbusto caem no guarda-chuva podendo ser coletados manualmente ou com pincéis, pinças e sugadores (GUÉRIN, 1953; ALMEIDA *et al.*, 2001). Em cada uma das cinco áreas de coleta foram realizados oito batedores em distintas espécies de planta a cada 20 metros de um transecto de 160 metros. A escolha pelas plantas foi aleatória, entretanto buscou-se variar as espécies na tentativa de amostrar a maior diversidade de insetos quanto possível, já que espécies diferentes de plantas possuem interação com espécies distintas de insetos. Cada batedor consistia em três "batidas e sacudidas" de um minuto cada na planta escolhida, totalizando três minutos de amostragem;

- puça: para captura de borboletas foi utilizado um puça de 28 centímetros de diâmetro sendo a "rede" feita com tecido voal. Em cada área amostrada, durante o período de maior intensidade luminosa, buscou-se ativamente pelas borboletas que estavam em pleno voo ou pousadas sobre a vegetação. Quando capturadas, as mesmas foram mortas por compressão torácica e colocadas em envelopes de papel vegetal junto com uma etiqueta registrando o local da coleta, para então serem levadas ao laboratório, montadas e identificadas;
- busca ativa: esse método consiste na coleta de espécimes de interesse encontradas ocasionalmente nas áreas amostradas através da observação em plantas, troncos, folhiço etc., ou até mesmo na interceptação de voo de algum grupo de inseto. Não existe um transecto definido para o mesmo, já que é uma metodologia complementar as outras, no sentido de que durante a realização dos outros métodos qualquer inseto de interesse – nesse caso formigas, besouros e borboletas – ao ser avistado é coletado.

b) Laboratório

Em laboratório os espécimes foram triados e classificados (Figura 5.183). O material foi armazenado em placas de isopor e depositado na coleção da Furb em Blumenau (SC) (Figura 5.184).

Figura 5.183 - Triagem e montagem dos insetos. Fotos: Mônica A. Ulysséa.

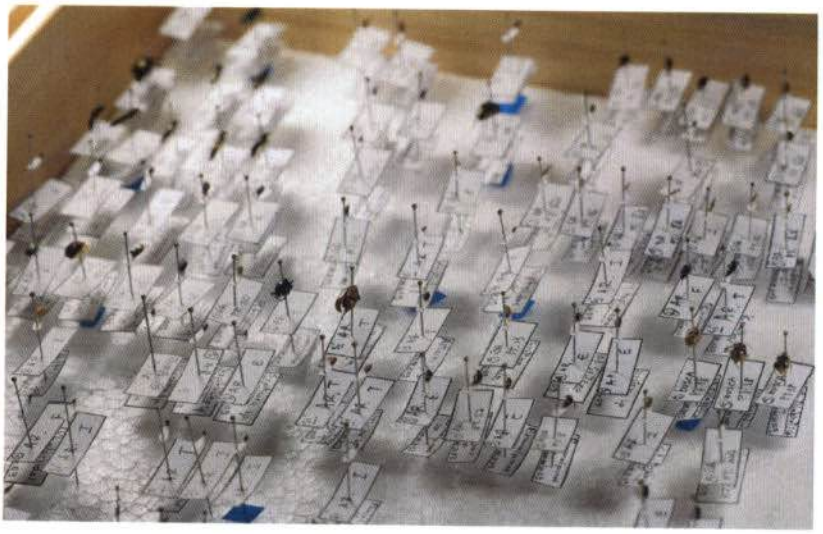


Figura 5.184 - Insetos montados, etiquetados e identificados. Os rótulos azuis indicam que o espécime foi fotografado. Foto: Fabiano Fabian Albertoni.

5.2.3.2.4 Resultados e Discussão

a) *Coleoptera*

Nessas duas campanhas de campo, foram coletados 278 espécimes de *Coleoptera* adultos. Esses totalizam 149 espécies/morfoespécies, distribuídas em 35 famílias: *Aderidae*; *Anobiidae*; *Anthribidae*; *Biphilidae*; *Brentidae*; *Buprestidae*; *Carabidae*; *Cerambycidae*; *Chelonariidae*; *Chrysomelidae*; *Cleridae*; *Coccinelidae*;

Colidiidae; *Corylophidae*; *Curculionidae*; *Elateridae*; *Erotilidae*; *Hydrophilidae*; *Lampiridae*; *Latridiidae*; *Lycidae*; *Mordelidae*; *Myctelidae*; *Nitidulidae*; *Phalacridae*; *Ptilodactilidae*; *Ripiphoridae*; *Scaphiidae*; *Scarabaeidae*; *Scirtidae*; *Scraptiidae*; *Silvanidae*; *Staphylinidae*; *Tenebrionidae* e *Throscidae* (Tabela 5.38).

TABELA 5.38 - QUANTIDADE E NÚMERO DE ESPÉCIES/MORFOESPÉCIES NAS 35 FAMÍLIAS DE *COLEOPTERA* IDENTIFICADAS COM AS COLETAS NA ÁREA DA BR-470. NAVEGANTES-INDAIAL/SC.

FAMÍLIAS E ESPÉCIE/MORFOESPÉCIE	QUANTIDADE	Nº ESPÉCIES	OBS.*
ADERIDAE		**01**	**Raro**
Aderus sp.01	01		
ANOBIIDAE		**04**	
Anobiidae indet.01	01		
Anobiidae indet.02	01		
Anobiidae indet.03	01		
Petalium sp.01	01		
ANTHRIBIDAE		**01**	
Anthribidae indet.01	01		
BIPHYLLIDAE		**01**	**Raro**
Biphyllidae indet.01	01		
BRENTIDAE		**04**	
Apion sp.01	01		
Apion sp.02	02		
Apion sp.03	01		
Apion sp.04	01		
BUPRESTIDAE		**01**	
Agrillinae indet.03	01		
CARABIDAE		**06**	
Agra sp.01	01		
Carabidae indet.01	01		
Ctenostoma sp.01	01		
Lebia sp.01	02		
Lebia sp.02	01		
Lebia sp.03	02		
CERAMBYCIDAE		**O6**	
Lamiinae indet.02	01		
Lamiinae indet.03	01		
Lamiinae indet.04	01		

FAMÍLIAS E ESPÉCIE/MORFOESPÉCIE	QUANTIDADE	Nº ESPÉCIES	OBS.*
Lamiinae indet.05	01		
Lamiinae indet.06	01		
Lamiinae indet.07	01		
CHELONARIIDAE		**01**	
Chelonarium sp.01	01		
CLERIDAE		**02**	
Cleridae indet.01	01		
Cleridae indet.02	01		
COCCINELIDAE		**07**	
Coccinelidae indet.01	01		
Coccinelidae indet.02	03		
Coccinelidae indet.03	01		
Coccinelidae indet.04	02		
Coccinelidae indet.05	01		
Coccinelidae indet.06	01		
Coccinelidae indet.07	04		
COLYDIIDAE		**01**	**Raro**
Colidiidae indet.01	02		
CORYLOPHIDAE		**01**	**Raro**
Hoplicnema sp.02	01		
CHRYSOMELIDAE		**30**	
Alticini indet.04	01		
Alticini indet.05	01		
Alticini indet.06	02		
Alticini indet.07	01		
Alticini indet.08	02		
Calligrapha polyspila	05		
Cerotoma cf. uncicornis Germar, 1874	05		
cf. Acalleptrix sp.01	07		
cf. Acalleptrix sp.02	08		
cf. Leiphanes sp.01	01		
Clamisini indet.01	01		
Criocerinae indet.01	01		
Cryptocephalinae indet.01	01		
Diabrotica sp.01	02		
Eumolpinae indet.03	11		
Eumolpinae indet.04	04		
Eumolpinae indet.05	04		
Eumolpinae indet.06	05		

FAMÍLIAS E ESPÉCIE/MORFOESPÉCIE	QUANTIDADE	Nº ESPÉCIES	OBS.*
Eumolpinae indet.08	02		
Eumolpinae indet.09	01		
Eumolpinae indet.10	02		
Galerucinae indet.01	01		
Galerucinae indet.02	01		
Hypolaspis sp.01	10		
Lema sp.02	02		
Omophoita sp.01	03		
Omophoita sp.02	01		
Psyllobora sp.01	01		
Symbrotica af. asteria Bechyné	01		
Systena sp.02	03		
CURCULIONIDAE		**20**	
Anthonomini indet.01	01		
Anthonomini indet.02	01		
Anthonomini indet.03	01		
Baridinae indet.03	01		
Baridinae indet.04	01		
cf. Baridinae indet.05	27		
cf. Conoderus sp.	01		
cf. Cryptorhinchinae indet.02	01		
Chalcodermus sp.02	01		
Conoderinae indet.01	02		
Conotrachelus sp.02	01		
Conotrachelus sp.03	02		
Cryptorhinchinae indet.01	02		
Curculionidae indet.04	02		
Curculionidae indet.05	01		
Curculionidae indet.06	01		
Diasthetus sp.01	01		
Naupactini indet.01	01		
Scolytinae indet.03	01		
Scolytinae indet.04	01		
ELATERIDAE		**12**	
Aeolus orpheus	01		
cf. Monocrepidius sp.02	01		
Elateridae indet.02	01		
Elateridae indet.03	01		
Elateridae indet.04	01		
Elateridae indet.05	01		

FAMÍLIAS E ESPÉCIE/MORFOESPÉCIE	QUANTIDADE	Nº ESPÉCIES	OBS.*
Elateridae indet.06	01		
Elateridae indet.07	01		
Elateridae indet.08	01		
Elateridae indet.09	1		
Monocrepidius sp.01	01		
Semiotus intermedius	01		
EROTILIDAE		**01**	
cf. Mycotretus sp.01	01		
HYDROPHILIDAE		**01**	
Sphaeridinae indet.01	01		
LAMPIRIDAE		**01**	
Lampiridae indet.01			
LATRIDIIDAE		**02**	
Latridiidae indet.01	01		
Latridiidae indet.02	01		
LYCIDAE		**01**	
Lycidae indet.01	01		
MORDELIDAE		**04**	
cf. Hoshihananomia sp.01	01		
cf. Mordellaria sp.01	01		
Mordellistenini indet.01	02		
Mordellistenini indet.02	01		
MYCTERIDAE		**01**	**Raro**
Lacconotidae indet.03	01		
NITIDULIDAE		**04**	
Camptodes sp.01	01		
cf. Camptodes sp.02	01		
Lebiopa sp.01	02		
Stelidota sp.01	02		
PHALACRIDAE		**01**	**Raro**
Phalacridae indet.03	01		
PTILODACTYLIDAE		**04**	
Ptilodactyla sp.02	01		
Ptilodactyla sp.03	01		
Ptilodactyla sp.04	03		
Ptilodactyla sp.05	01		
RIPIPHORIDAE		**01**	
Trigonodera sp.01	03		
SCAPHIIDAE		**01**	
Scaphisoma sp.01	01		

FAMÍLIAS E ESPÉCIE/MORFOESPÉCIE	QUANTIDADE	Nº ESPÉCIES	OBS.*
SCARABAEIDAE		**06**	
Canthon rutilans cyanescens	01		
Pelidnota sordida	01		
Plectris sp.01	02		
Plectris sp.02	02		
Plectris sp.03	01		
Scarabaeinae indet.01	01		
SCIRTIDAE		**01**	
Scyrtes sp.01	01		
SCRAPTIIDAE		**01**	**Raro**
Scraptia sp.01	01		
SILVANIDAE		**01**	
Psammoecini indet.01	02		
STAPHYLINIDAE		**14**	
Aleocharinae indet.02	01		
Aleocharinae indet.03	02		
Aleocharinae indet.04	01		
cf. Euconnus sp.01	01		
cf. Palaminus sp.01	02		
Homalotini indet.02	01		
Homalotini indet.03	01		
Oxytelinae indet.01	01		
Paederini indet.02	13		
Paederini indet.03	02		
Procirrina indet.01	03		
Pselaphinae indet.04	01		
Pselaphinae indet.05	01		
Stenus sp.02	02		
TENEBRIONIDAE		**05**	
Acropteron sp.01	02		
Alleculini indet.01	01		
Alleculini indet.02	01		
Lobopoda sp.01	01		
Tenerionidae indet.01	01		
THROSCIDAE		**01**	**Raro**
Throscidae indet.01	01		
TOTAL	**277**	**149**	

* Famílias incomuns ou raras para o Brasil.

Como verifica-se na Figura 5.185, *Chrysomelidae* foi a família mais abundante, com 90 indivíduos; seguida por *Curculionidae*, com 50; e *Staphylinidae*, com 32. Essas também foram as famílias com maior número de espécies: *Chrysomelidae*, com 30 espécies; *Curculionidae*, com 20; e *Staphilinidae*, com 14. As demais famílias tiveram abundância menor que 13 indivíduos e riqueza abaixo de 11 espécies. A categoria Outros abrange famílias que apresentaram riqueza e abundância iguais a 1.

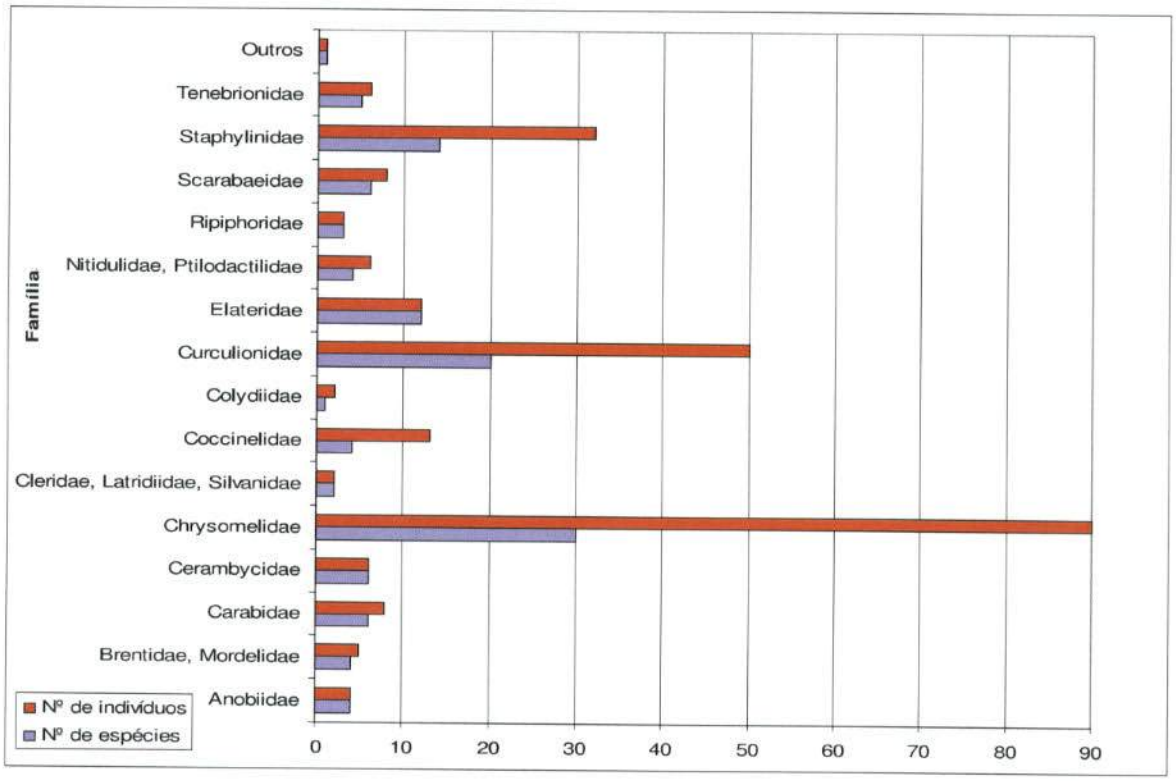


Figura 5.185 - Riqueza e abundância das famílias de Coleoptera amostradas. BR-470 Navegantes-Indaial/SC. A categoria *Outros* corresponde as famílias: *Aderidae*, *Anthribidae*, *Biphilidae*, *Buprestidae*, *Chelonariidae*, *Corylophidae*, *Erotilidae*, *Hydrophilidae*, *Lampiridae*, *Lycidae*, *Mycteridae*, *Phalacridae*, *Scaphiidae*, *Scirtidae*, *Scraptiidae* e *Throscidae*.

Segundo Costa (1999), *Chrysomelidae* (Figura 5.186) é a segunda família de maior diversidade no mundo, com 36.500 espécies e 2.560 gêneros. No Brasil são descritas 4.362 espécies, em 356 gêneros. Riley *et al.* (2002) acreditam que possa haver ainda mais de 60.000 espécies a serem descritas dentro desse grupo. Albertoni (2008) afirma que os crisomelídeos são besouros muito próximos aos

Cerambycidae e possuem uma variação taxonômica bastante ampla, sendo, no entanto, as subfamílias melhor caracterizadas em cada um de seus respectivos táxons.

Figura 5.186 - *Chrysomelidae* coletado, *Cerotoma cf. uncicornis.*
Fotos: Fabiano F. Albertoni.

Os gorgulhos, como são conhecidos popularmente os *Curculionidae* (Figuras 5.187 e 5.188), constituem a família de besouros com maior número de espécies descritas na atualidade. Costa (1999) considerou 50.000 espécies e 4.500 gêneros no mundo. Para o Brasil são 5.041 espécies pertencentes a 632 gêneros (COSTA, 1999; ANDERSON, 2002). Segundo Albertoni (2008), os gorgulhos estão associados a praticamente todos os tipos de plantas e partes de plantas, em raros casos são fungívoros ou detritívoros, alimentando-se desde a raiz até sementes de todos os grupos vegetais, sendo mais frequente o uso do recurso vivo.

Figura 5.187 - Espécime de *Cuculionidae* do gênero *Chalcodermus*.
Fotos: Fabiano F. Albertoni.

Figura 5.188 - Espécime de *Cuculionidae* coletada, vista lateral de *Anthonomini indet.1*.
Fotos: Fabiano F. Albertoni.

Staphylinidae (Figura 5.189) é uma família extremamente diversa, tanto no que se refere ao número de espécies quanto ao hábito e às formas. Na grande maioria podem ser distinguidos dos outros besouros pelos élitros curtos deixando visível mais da metade do abdômen. Costa (1999) citou 35.000 espécies em 2.150 gêneros no mundo e 1.132 espécies e 203 gêneros no Brasil. Albertoni (2008) afirma que essa é uma das famílias com maior número de espécies a serem descritas devido à quantidade de espécimes diminutos capturados em coletas de solo. Ainda pouco se sabe para muitos grupos, como *Aleocharinae*, a maior subfamília de *Staphylinidae* (NAVARETO-HEREDINA *et al.*, 2002). Assim, por mais que haja especialistas trabalhando com tal grupo, sua grande diversidade torna o conhecimento desse táxon insuficiente.

Figura 5.189 - Espécime de Staphylinidae coletado do gênero Stenus.
Fotos: Fabiano F. Albertoni.

Dentre os pontos amostrados, a maior abundância ocorreu no Ponto 01, com 71 indivíduos, seguido pelo Ponto 05, com 69. Entretanto, quando analisamos a riqueza de espécies dos pontos temos o Ponto 05 com o maior número de espécies, 54, seguido pelos Pontos 04, com 42; Ponto 01, com 41; Ponto 03, com 31 e Ponto 02, com sete espécies apenas (Figura 5.190).

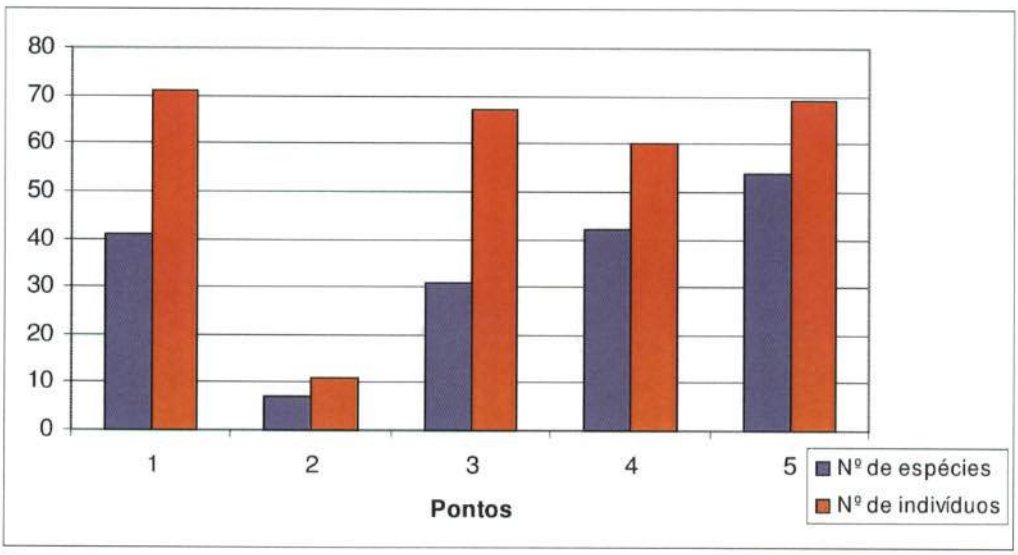


Figura 5.190 - Número de espécies e número de indivíduos em cada ponto de coleta. BR- 470 Navegantes-Indaial/SC.

Foram coletados alguns grupos de *Coleoptera* incomuns mesmo em grandes coleções como a do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. São eles:

- *Aderidae*: tem registrada apenas um gênero para o Brasil com 40 espécies (COSTA, 1999);
- *Biphyllidae*: tem registrada apenas duas espécies no Brasil até 1944 (BLACKWELDER, 1945). Não há registros de trabalhos posteriores evolvendo bifilídeos brasileiros. Supõe-se que se alimentem de fungos e seus esporos e adultos são comumente capturados em armadilhas de luz (GOODRICH, 2002). Marinini *et al.* (2001) citou a família como fungívora estando associada à vários tipos de ascomicetos sob casca de árvores. *Biphyllidae indet.*1 foi também coletado no Ponto 02 (Figura 5.191);

Figura 5.191 - *Biplyllidae indet.1.*
Foto: Fabiano F. Albertoni.

- *Colydiidae*: é uma família incomum de *Coleoptera* no Brasil, ainda que se tenha registrado 25 gêneros e 49 espécies para o país (COSTA, 1999);
- *Corylophidae*: é uma família rara no Brasil, onde têm-se apenas três gêneros e quatro espécies registradas (COSTA, 1999);
- *Mycteridae*: têm 11 gêneros e 48 espécies registradas para o Brasil segundo Costa (1999);

- *Phalacridae*: conta com 600 espécies e 55 gêneros descritos no mundo e 21 espécies e nove gêneros no Brasil (COSTA, 1999). São besouros diminutos, variando de 1 a 3 milímetros de comprimento. Não há larvas conhecidas para o Brasil (COSTA *et al.*, 1988) e muito pouco se sabe sobre este grupo. Acredita-se que algumas larvas e adultos vivem e alimentam-se em flores enquanto que outros estão associados a fungos, possivelmente alimentam-se de esporos de ferrugens de algumas monocotiledôneas e de outros fungos (COSTA *et al.*, 1988; MARINONI *et al.*, 2001; STEINER, 2002). *Phalacridae* teve oito indivíduos coletados e quatro morfoespécies determinadas, sendo cinco no Ponto 04, dois no Ponto 02 e um no Ponto 05 (Figura 5.192).

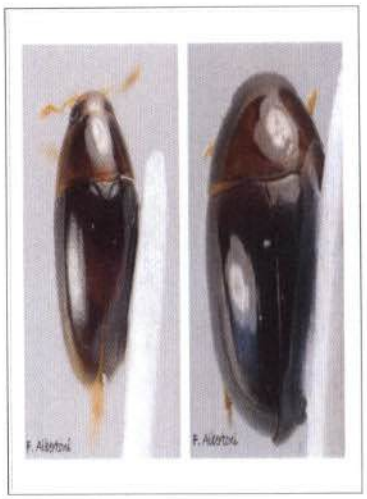


Figura 5.192 - Espécime do gênero *Phalacridae*.
Fotos: Fabiano F. Albertoni.

- *Scraptiidae*: é rara no Brasil, sendo conhecida por um gênero e nove espécies (COSTA, 1999);
- *Throscidae*: também é mais uma família rara para o Brasil. Costa (1999) levantou para o Brasil dois gêneros e quatro espécies.

Mesmo com a coleta de 277 espécimes de besouro em um curto período de tempo, a falta de levantamentos faunísticos desse grupo para região e a grandiosa diversidade dos besouros torna qualquer comparação quanto à suficiência de indivíduos coletados impossível. Como se pode observar na Figura 5.193, não há

uma tendência de estabilização da curva do coletor, sugerindo que o aumento no número de coletas na região levará a um aumento no número de espécies.

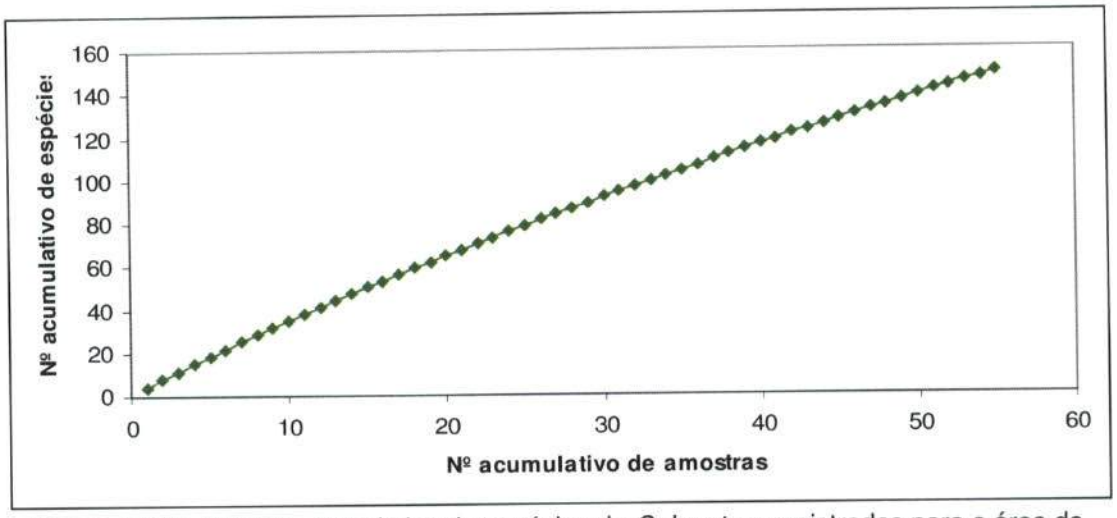


Figura 5.193 - Número cumulativo de espécies de *Coleoptera* registradas para a área da BR-470 Navegantes-Indaial/SC.

b) *Hymenoptera/Formicidae*

Nas campanhas de campo foram coletados 1.146 espécimes de *Formicidae*. Esses totalizaram 26 espécies e 30 morfoespécies, distribuídas em 21 gêneros (Tabela 5.39) e oito subfamílias: *Myrmicinae* (dez espécies e 14 morfoespécies), *Formicinae* (três e 11), *Dolichoderinae* (duas e três), *Ponerinae* (duas e duas), *Pseudomyrmecinae* (uma e duas), *Ectatomminae* (uma), *Ecitoninae* (uma) e *Heteroponerinae* (uma).

TABELA 5.39 - ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES DE *FORMICIDAE* EM CADA PONTO DE AMOSTRAGEM NA ÁREA DA BR-470 NAVEGANTES-INDAIAL/SC.

SUBFAMÍLIA, *Espécie* **Pontos**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Obs.[1]**
DOLICHODERINAE						
Dolichoderus attelaboides	-	-	-	02	-	
Dolichoderus sp.01	5	-	-	-	02	
Linepithema leucomelas	-	-	01	06	14	Registro novo
Linepithema sp.01	-	-	-	03	11	
Linepithema sp.02	-	-	-	02	-	

SUBFAMÍLIA, *Espécie* Pontos	1	2	3	4	5	Obs.[1]
ECITONINAE						
Labidus praedactor	-	-	06	-	-	
ECTATOMMINAE						
Gnamptogenys striatula	-	-	-	04	-	
FORMICINAE						
Brachymyrmex sp.01	-	02	-	42	02	
Brachymyrmex sp.02	02	04	-	02	-	
Brachymyrmex sp.03	01	-	-	-	-	
Camponotus novogranadensis	06	03	01	01	02	Registro novo
Camponotus trapezoideus	19	-	03	-	-	
Camponotus sp.02	02	-	01	02	-	
Camponotus sp.04	01	-	-	-	-	
Camponotus sp.05	-	-	-	01	-	
Camponotus sp.06	01	-	-	-	-	
Camponotus sp.07	-	-	01	-	-	
Mymelachista sp.02	02	-	-	-	01	
Myrmelachista sp.03	-	-	02	-	-	
Paratrechina fulva	-	-	-	17	-	Registro novo
Paratrechina sp.01	-	-	-	-	02	
HETEROPONERINAE						
Heteroponera af. flava	-	-	-	02	-	Registro novo
MYRMICINAE						
Acromyrmex aspersus	-	-	-	-	02	
Acromyrmex crassispinus	01	-	-	-	-	Registro novo
Crematogaster curviespinosa	03	-	03	-	-	
Crematogaster limata	10	11	73	64	145	
Crematogaster montezumia	-	-	35	04	18	
Crematogaster nigropilosa	38	-	01	50	29	
Crematogaster sp.04	04	-	-	-	04	
Cyphomyrmex sp.01	-	01	-	-	-	
Pheidole sp.02	05	11	06	02	01	
Pheidole sp.03	01	07	-	-	02	
Pheidole sp.04	49	-	03	-	-	
Pheidole sp.05	01	-	-	-	-	
Pheidole sp.06	01	-	08	30	-	
Pheidole sp.09	06	12	15	01	46	
Pheidole sp.10	-	01	01	20	-	
Procryptocerus convergens	05	-	-	01	01	
Procryptocerus sampaioi	-	-	01	-	-	

SUBFAMÍLIA, *Espécie* Pontos	1	2	3	4	5	Obs.[1]
Solenopsis sp.01	01	74	03	01	-	
Solenopsis sp.03	07	-	27	-	-	
Solenopsis sp.04	-	-	-	02	-	
Solenopsis sp.05	11	-	-	-	-	
Strumigenys sp.01	-	-	-	-	01	
Wasmannia affinis	-	-	-	01	02	Registro novo
Wasmannia auropunctata	29	04	14	03	-	
PONERINAE						
Hypoponera sp.01	-	18	-	-	-	
Hypoponera sp.02	-	-	-	-	01	
Odontomachus chelifer	01	-	01	06	-	
Pachycondyla striata	-	-	-	01	06	
PSEUDOMYRMECINAE						
Pseudomyrmex gracilis	07	-	02	01	01	
Pseudomyrmex sp.01	01	-	-	-	-	
Pseudomyrmex sp.02	-	-	01	-	-	
Total	**221**	**93**	**139**	**166**	**223**	

[1] Espécies registradas pela primeira vez para região de Blumenau e do Vale do Itajaí.

Dentre os gêneros encontrados, *Camponotus* foi o mais rico, totalizando duas espécies e cinco morfoespécies, seguido de *Pheidole,* com sete morfoespécies, e *Crematogaster*, com quatro espécies e uma morfoespécies (Tabela 5.39 e Figura 5.194). Esses gêneros, junto com *Wasmannia*, foram os únicos distribuídos em todos os pontos de coleta.

Figura 5.194 - *Camponotus novogranadensis*, *Pheidole*, *Crematogaster montezumia.*
Imagens: www.antweb.org.

Quando tratamos da abundância, *Crematogaster* apresenta o maior número de indivíduos, 490, seguido de *Pheidole* (233), *Solenopsis* (126), *Brachymyrmex* (56), *Wasmannia* (53), *Camponotus* (44) e *Linepithema* (37) (Figura 5.195). Todos os outros gêneros têm abundância menor que 31 (Tabela 5.39).

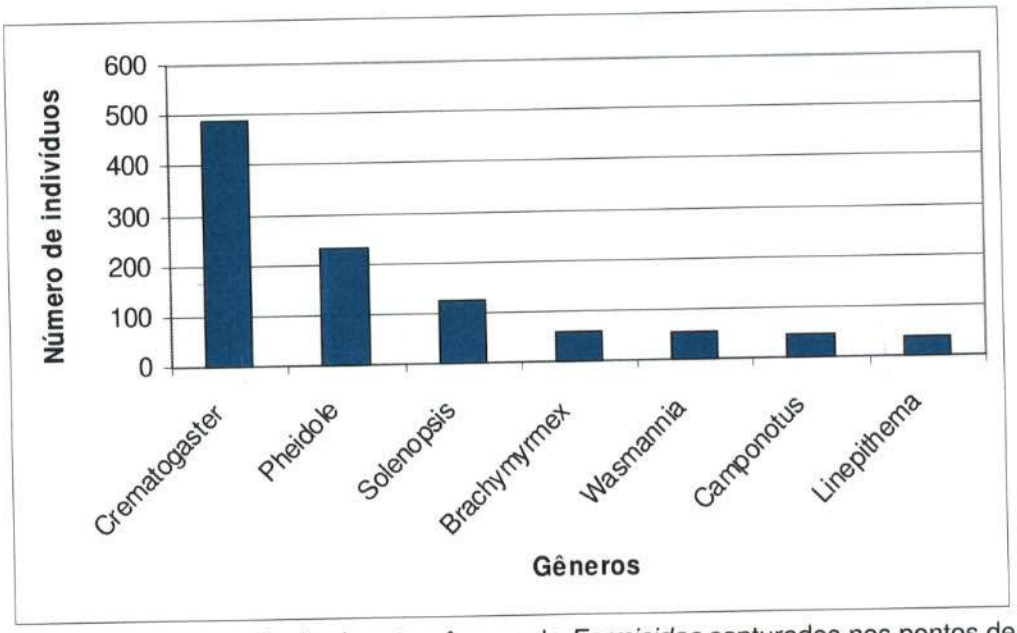


Figura 5.195 - Abundância de sete gêneros de *Formicidae* capturados nos pontos de coleta na BR-470 Navegantes-Indaial/SC.

Wilson (1976) considera os gêneros *Crematogaster, Pheidole* e *Camponotus* os mais predominantes a nível mundial, para isso considera a diversidade de espécies, a extensão da distribuição geográfica, a diversidade de adaptações e a abundância local. Além disso, *Crematogaster* preferencialmente está associado à vegetação (WILSON, 1976), sendo bem amostrada pelas metodologias de Varredura e Batedor. Já *Pheidole* parece ser um gênero bem representado em coletas de formiga de solo (LEAL, 2002) e possui como característica o recrutamento em massa (LOPES e LEAL, 1991).

Wasmannia é endêmico da região Neotropical e pode ser encontrada, principalmente, na serrapilheira (FERNÁNDEZ, 2003). Sendo *W. auropunctata* a espécie mais abundante, considerada invasora e praga em diversas regiões do mundo, com sérios problemas para a fauna em ilhas oceânicas (LONGINO e FERNÁNDEZ, 2007).

Solenopsis é um gênero que apresenta distribuição mundial e cerca de 100 espécies já foram descritas para a região Neotropical (FERNÁNDEZ e SENDOYA, 2004). Algumas espécies são conhecidas como formigas-lava-pés e formigas-de-fogo.

Brachymyrmex é um gênero de formigas bastante pequenas, habitantes do solo e de serrapilheira (FERNÁNDEZ, 2003). São conhecidas 38 espécies amplamente distribuídas na região Neotropical (FERNÁNDEZ e SENDOYA, 2004).

Lineithema apresenta 16 espécies para a região Neotropical (FERNÁNDEZ e SENDOYA, 2004).

Crematogastersis limata, *Camponotus novogranadensis* e *Pheidole sp.*09 foram as únicas espécies que ocorreram em todos os pontos. Enquanto que 26 espécies foram registradas em um único ponto: *Dolichoderus attelaboides*, *Dolichoderus sp.*01, *Linepithema sp.*02, *Labidus praedactor*, *Gnamptogenys striatula*, *Brachymyrmex sp.*03, *Camponotus sp.*04, *Camponotus sp.*05, *Camponotus sp.*06, *Camponotus sp.*07, *Myrmelachista sp.*02, *Paratrechina fulva*, *Paratrechina sp.*01, *Heteroponera af. flava*, *Acromyrmex aspersus*, *Acromyrmex crassispinus*, *Cyphomyrmex sp.*01, *Pheidole sp.*05, *Procryptocerus sampaioi*, *Solebopsis sp.*04, *Solebopsis sp.*05, *Strumigenys sp.*01, *Hypoponera sp.*01, *Hypoponera sp.*01, *Pseudomyrmex sp.*01 e *Pseudomyrmex sp.*02.

O Ponto 05 foi o mais abundante, com 295 indivíduo, seguido pelos Pontos 04, com 270 indivíduos; 01, com 220; 03, com 213, e 02 com 148. Já quanto à riqueza, o Ponto 01 apresentou o maior número de espécies, 28, seguido pelos Pontos 04, com 27 espécies; Ponto 03, com 23; Ponto 05, com 23, e Ponto 02, com 12 (Figuras 5.196 e 5.197).

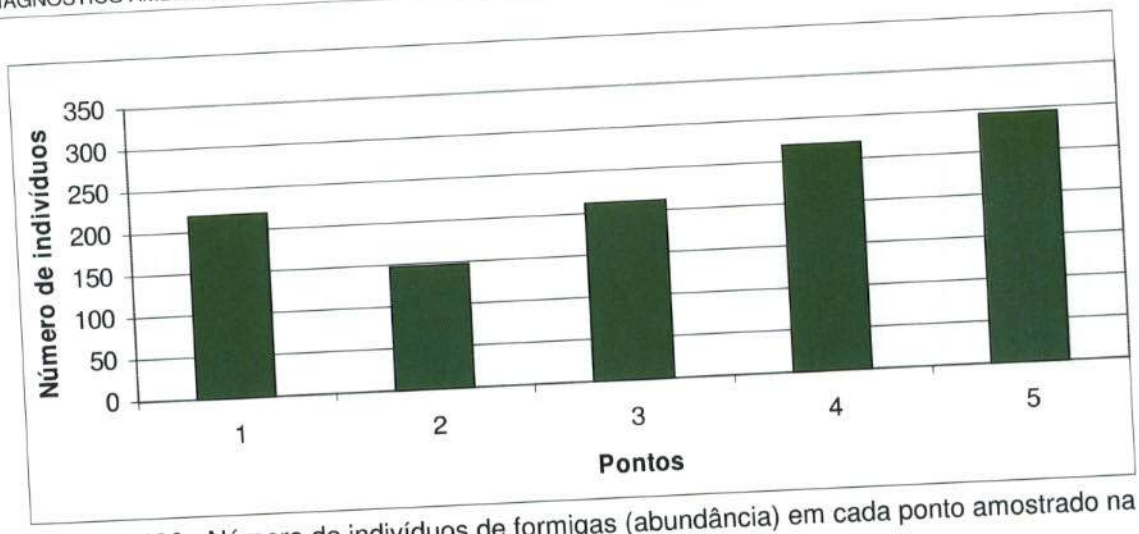


Figura 5.196 - Número de indivíduos de formigas (abundância) em cada ponto amostrado na BR-470 Navegantes-Indaial/SC.

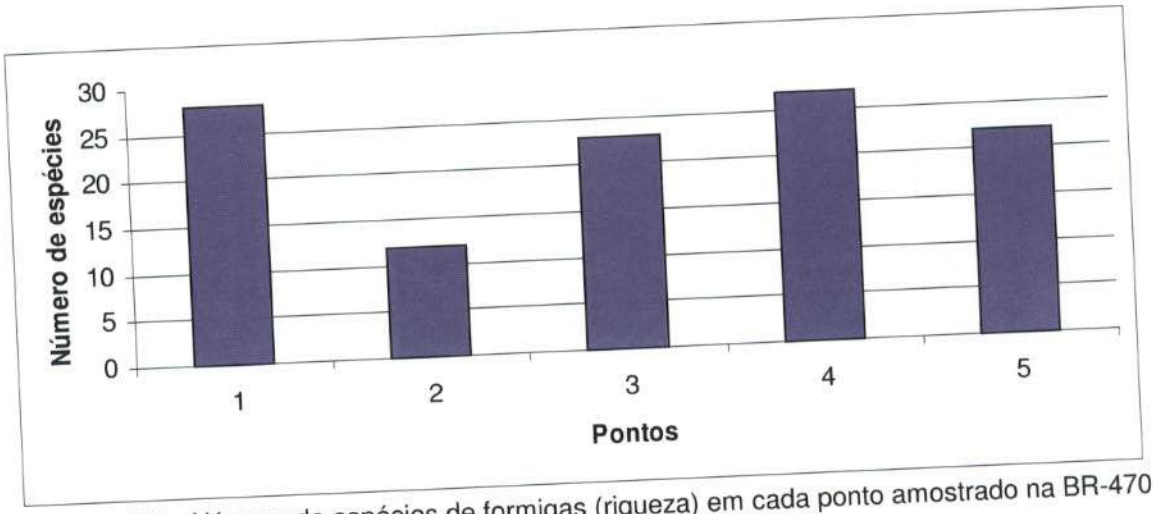


Figura 5.197 - Número de espécies de formigas (riqueza) em cada ponto amostrado na BR-470 Navegantes-Indaial/SC.

Dentre as metodologias utilizadas, aquela responsável pela captura do maior número de espécies foi Batedor, seguido de Varredura e Isca (Figura 5.198). Entretanto, quando pensamos naquela que capturou mais indivíduos, essa ordem se inverte para: Isca, Batedor e Varredura (Figura 5.199). Isso porque na aplicação da metodologia de Isca, a isca atrativa para *Formicidae* fica em campo por até 60 minutos, tempo suficiente para que o recrutamento das operárias seja feito. Além disso, a presença de ninhos próximo a isca permite que esse recrutamento seja ainda maior.

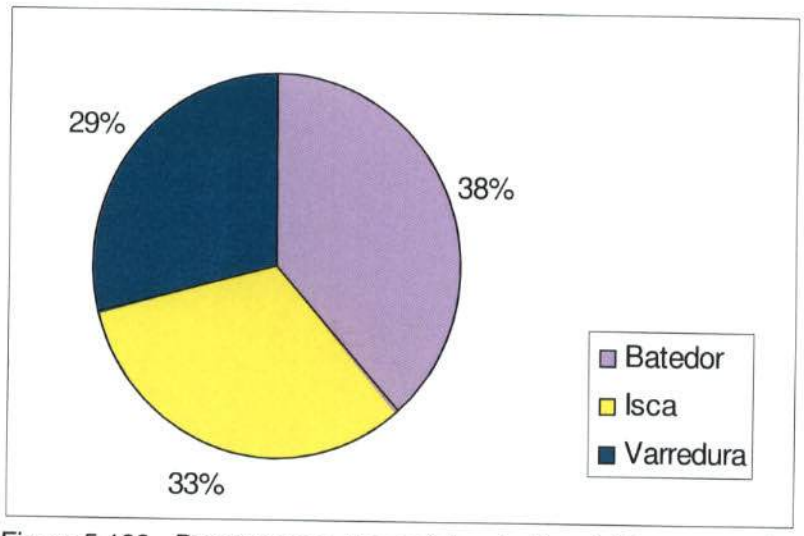


Figura 5.198 - Porcentagem de espécies de *Formicidae* capturadas com cada metodologia utilizada, BR-470 Navegantes-Indaial/SC.

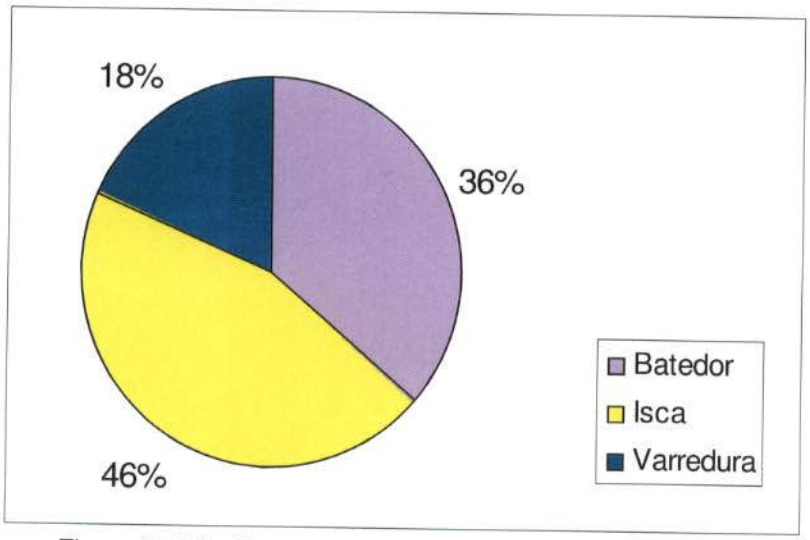


Figura 5.199 - Porcentagem de espécimes (indivíduos) de *Formicidae* capturadas com cada metodologia utilizada, BR-470 Navegantes-Indaial/SC.

Na listagem das espécies (Tabela 5.39) pode-se observar que dentre as 56 espécies e morfoespécies, seis são consideradas registros novos para a região de Blumenau e do Vale do Itajaí: *Acromyrmex crassispinus* (FOREL, 1909), *Camponotus novogranadensis* (MAYR, 1870), *Heteroponera* af. *flava (*KEMPF, 1962), *Linepithema leucomelas* (EMERY, 1894), *Paratrechina fulva* (MAYR, 1862) e *Wasmannia affinis (*SANTSCHI, 1929). Silva (1999) já registrara essas espécies

para outras regiões do Estado, porém cabe ressaltar a importância dos novos registros para o conhecimento da distribuição dessas espécies.

A coleta significativa de 1.146 espécimes de formiga em um curto período de tempo resultou na identificação de 56 espécies/morfoespécies para a região. A curva do coletor aponta para o início de um platô (Figura 5.200) que representaria a tendência de estabilização dessa curva e com isso, a suficiência das amostras das espécies de formigas da área. Entretanto, por hora, mais coletas na região levarão a um aumento do número de espécies. O índice estimador de riqueza Chao 1 aponta que, mesmo a curva mostrando um indício à chegada ao platô, a riqueza esperada seria de, aproximadamente, 62 espécies ao invés das 53 coletadas.

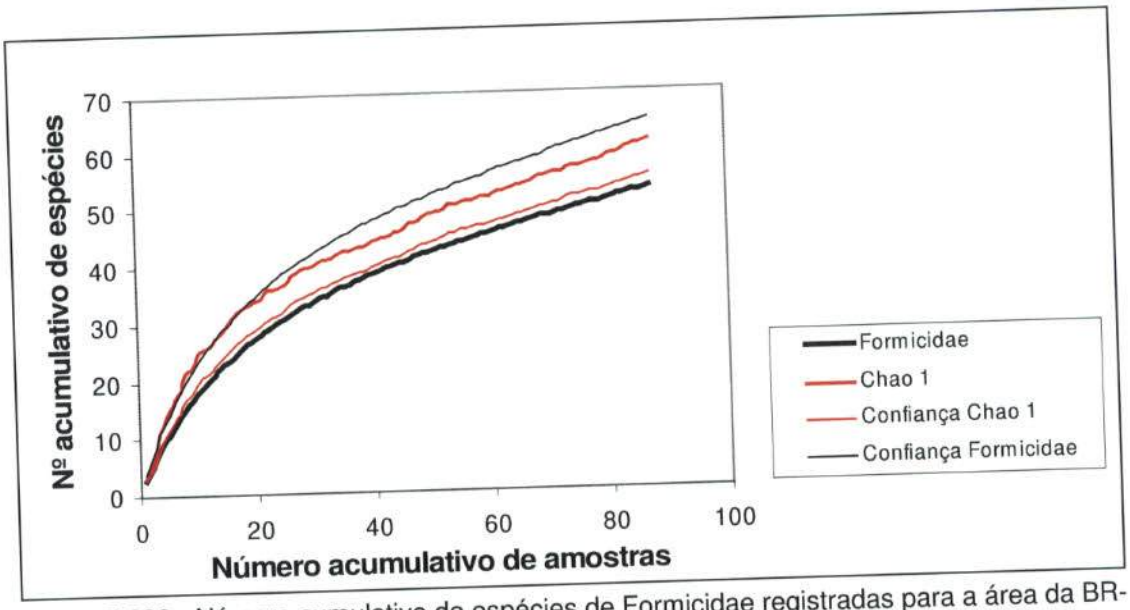


Figura 5.200 - Número cumulativo de espécies de Formicidae registradas para a área da BR-470 Navegantes-Indaial/SC.

c) *Lepidoptera/Rhopalocera*

Foram coletados 37 espécimes de borboleta (*Lepidoptera, Rhopalocera*) até o momento.

As 37 borboletas totalizaram 18 espécies e quatro morfoespécies (Tabela 5.40), distribuídas em 17 gêneros pertencentes a cinco famílias: *Hesperiidae, Lycaenidae, Nymphalidae, Papilionidae* e *Pieridae* (Figura 5.201).

TABELA 5.40 - ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES DE BORBOLETA EM CADA PONTO DE AMOSTRAGEM NA ÁREA DA BR-470 NAVEGANTES-INDAIAL/SC

FAMÍLIA. Subfamília. Espécies Pontos	1	2	3	4	5	Obs.*
HESPERIIDAE						
Hesperiidae sp.05	-	02	-	-	-	
Hesperiidae sp.10	-	02	-	-	-	
Hesperiidae sp.11	-	-	01	-	-	
Pyrginae						
Pyrgus orcus (Stoll, 1780)	-	03	-	01	-	
Urbanus teleus (Hübner, [1821])	-	01	-	02	-	
Urbanus dorantes dorantes (Stoll, 1790)	-	-	-	-	01	
LYCAENIDAE						
Theclinae						
Calycopis sp.1	-	-	-	-	01	
Celmia celmus (Cramer, 1775)	-	-	-	-	01	*
NYMPHALIDAE						
Biblidinae						
Pyrrhogyra neaerea ophni Butler, 1870	01	-	-	-	-	*
Danainae						
Danaus gilippus gilippus (Cramer, 1775)	-	01	-	-	-	*
Heliconiini						
Eueides vibilia (Godart, 1819)	-	-	-	-	01	*
Heliconius erato (Fabricius, 1775)	-	-	-	-	02	
Ithomiinae						
Placidina euryanassa (Felder & Felder, 1860)	-	-	-	-	04	
Nymphalinae						
Anartia amathea (Linnaeus, 1758)	-	-	-	02	-	
Hypanartia lethe (Fabricius, 1793)	-	-	-	01	01	
Satyrinae						
Hermeuptychia hermes (Fabricius, 1775)	-	-	-	01	-	
Paryphthymoides phronius (Butler, 1867)	-	-	-	02	-	
PIERIDAE						
PAPILIONIDAE						
Papilioninae						
Parides agavus (Drury, 1782)	-	-	-	01	01	
PIERIDAE						
Coliadinae						
Eurema agave (Cramer, 1775)	-	01	-	-	-	*
Eurema elathea flavescens (Chavannes, 1850)	-	01	-	-	-	*

FAMÍLIA. Subfamília. Espécies Pontos	1	2	3	4	5	Obs.*
Pyrisitia nise tenella (Bdvl., 1836)	-	01	-	-	-	*
Phoebis argante argante (Fabricius, 1775)	-	-	-	-	01	
Total	**01**	**12**	**01**	**10**	**13**	

* A obs. refere-se a registros novos de borboleta para região.

Figura 5.201 - 1, *Nymphalidae* (*Pyrrhogyra neaerea ophni*); 2, *Papilionidae* (*Parides agavus*); 3, *Lycaenidae* (*Celmia celmus*); 4, *Pieridae* (*Pyrisitia nise tenella*) e 5, *Hesperidae* (*Pyrgus orcus*).
Fotos: Mônica Antunes Ulysséa.

As famílias *Lycaenidae, Hesperiidae* e *Nymphalidae* são apontadas como as três mais ricas para o Brasil, respectivamente (BECCALONI e GASTON, 1995 *apud* ISERHARD e ROMANOWSKI, 2004; e BROWN e FREITAS, 1999). No presente trabalho essa ordem se inverte, sendo *Nymphalidae* a mais rica, com oito espécies, seguida de *Hesperiidae* (sete spp.), *Pieridae* (quatro spp.), *Papilionidae* e *Lycaenidae*, ambas com dois *spp.* cada (Figura 5.202). Inversão essa também encontrada por Sackis e Morais (2008). Parte disso se deve ao fato de que *Nymphalidae*, e também *Pieridae*, serem com maior facilidade capturadas e reconhecidas. Enquanto que *Lycaenidae* é especialmente mais difícil de se identificar devido ao grande número de espécies pequenas e à intrincada taxonomia.

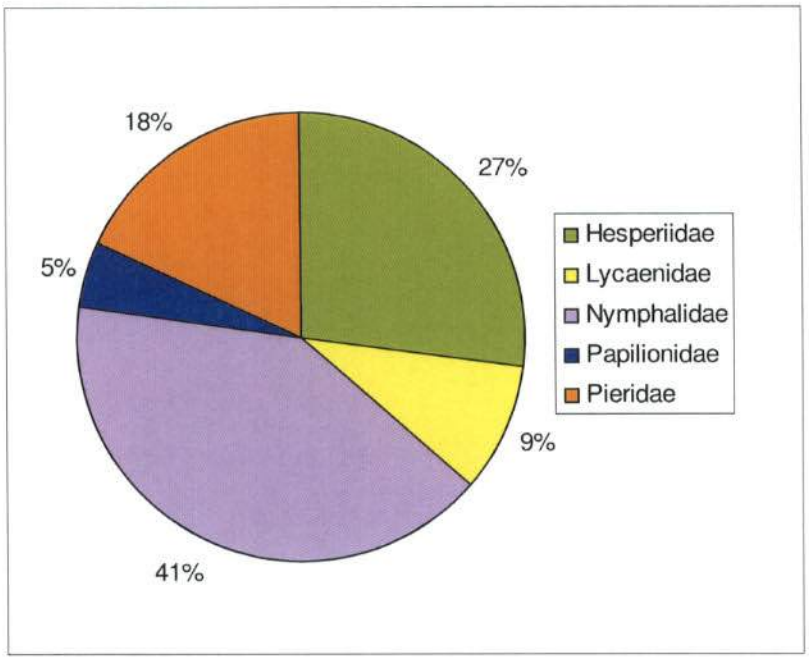


Figura 5.202 - Representatividade da famílias de borboleta - BR-470 Navegantes-Indaial/SC.

Danaus gilippus gilippus, uma *Nymphalidae* conhecida popularmente como borboleta monarca, teve um indivíduo coletado no Ponto 02. Essa espécie é caracterizada como cosmopolita e migratória, sendo comum em ambientes abertos (BROWN JÚNIOR, 1992).

Heliconius erato, com duas espécies capturadas no Ponto 05, encontra seu limite sul de distribuição no Rio Grande do Sul (BROWN JÚNIOR, 1981), sendo considerada uma espécie oportunista em relação aos recursos florais utilizados e com papel potencial em relação à polinização de algumas das espécies visitadas (CORREA *et al.*, 2001). Pode ser observada em clareira de florestas e áreas abertas e/ou perturbadas. Na fase de lagarta alimenta-se com *Passiflora* sp (BROWN JÚNIOR, 1992).

Paryphthymoides phronius, com dois espécimes coletados no Ponto 04, é bastante comum em ambiente aberto e na fase jovem (fase de lagarta) alimenta-se de gramíneas (BROWN JÚNIOR, 1992).

Eueides vibilia, com um só espécime coletado no Ponto 05, é característica de floresta perturbada e, quando adulta, tem o comportamento de ficar próximo à planta alimento (*Passiflora sp.*) durante sua fase de lagarta. Essa espécie forma um

anel mimético com outras espécies dos gêneros *Dryas* e *Dione* (BROWN JÚNIOR, 1992).

Pyrrhogyra neaerea ophni teve apenas um espécime capturado no Ponto 01.

Placidina euryanassa (Figura 5.203), com quatro indivíduos coletados no Ponto 05, tem característica de se concentrar próximo a locais com água e à *solanacea*, planta alimento durante sua fase de lagarta (BROWN JÚNIOR, 1992).

Figura 5.203 - À esquerda vista dorsal da espécie *Placidina euryanassa* e à direita, vista ventral.
Fotos: Mônica Antunes Ulysséa.

Hypanartia lethe, com somente dois espécimes coletados, nos Pontos 04 e 05, são referidas como comuns e até mesmo muito comuns em distintos ambientes (BROWN JÚNIOR, 1992). Entretanto pode ser observada mais facilmente em ambientes abertos, clareiras de florestas, próximo à água (BROWN JÚNIOR, 1992).

Hermeuptychia hermes e *Anartia amathea*, tiveram dois indivíduos coletados cada no Ponto 04, sendo espécies características de campos ou ambientes abertos, pousando no chão e na vegetação rasteira e, por provavelmente suas fêmeas ovipositarem em gramíneas e herbáceas, essas são base nutricional de suas lagartas (BROWN JÚNIOR, 1992).

Hesperiidae tem o voo rápido, errático e dançante, geralmente têm cores sombrias, são especialmente importantes como polinizadores e apresentam grande diversidade chegando a quase 900 espécies na Mata Atlântica. A maioria tem distribuição bastante ampla e ocorrência imprevisível, pois são migratórios em larga escala, sempre buscando grandes moitas floridas (BROWN JÚNIOR, 1992). Todas as espécies coletadas estão relacionadas a ambientes abertos e perturbados.

Pyrgus orcus, com três indivíduos coletados nos Pontos 02, 01 e 04, é muito comum em habitats abertos e perturbados (BROWN JÚNIOR, 1992).

Urbanus teleus, com duas espécimes coletadas no Ponto 04 e um no Ponto 02, e *U. dorantes dorantes*, com apenas um indivíduo coletado no Ponto 05, são espécies comuns em áreas de florestas já perturbadas, áreas abertas, flores e em cidades. Na fase jovem (lagarta) alimentam-se de leguminosas (BROWN JÚNIOR, 1992).

Pieridade foi coletada somente em dois pontos, sendo um indivíduo de *Eurema agave*, um de *Eurema elathea flavescens* e uma de *Pyrisitia nise tenella,* no Ponto 02; e um indivíduo de *Phoebis argante argante* no Ponto 05. A família é muito diversificada quanto ao tamanho, habitat e comportamento das espécies (BROWN JÚNIOR, 1992), porém essas espécies estão relacionadas com ambientes perturbados ou antropofizados.

P. nise tenella é característica de ambientes ruderais, isso é, ambientes abertos como terrenos baldios, beira das estradas e áreas urbanas; *E. agave* e *E. elathea flavescens* habitam áreas secundárias, também terrenos baldios e gramados (BROWN JÚNIOR, 1992); e *P. argante argante* é uma espécie comum e migratória, têm voo rapidíssimo, irregular e a grande altura, normalmente sendo capturada enquanto pousa para se alimentar. Essa última espécie têm distribuição cosmopolita, dos Estados Unidos à Argentina e Brasil, concentrando-se sobre solos úmidos para sugar sai minerais (OTERO, 1990).

Lycaenidae é uma família de borboleta bem representada em todas as regiões e compreende principalmente espécies de tamanho pequeno a médio. Ambos os indivíduos capturados nesta campanha, um indivíduo de *Calycopis sp.*1 e um de *Celmia celmus* (CRAMER, 1775), pertencem à subfamília *Theclinae*. Espécies dessa subfamília frequentemente têm uma coloração azul iridescente acima, causada pela luz refletida a partir da estrutura das escamas das asas e não por pigmentos. Os dois exemplares foram coletados no Ponto 05.

Muitas espécies de *Papilionidae* são bons indicadores de matas bem conservadas e de recursos hídricos abundantes (BROWN JÚNIOR e FREITAS JÚNIOR, 1999). No campo da BR-470/SC, Navegantes-Indaial, dois indivíduos

dessa família, da espécie *Parides agavus*, foram coletados nos Pontos 04 e 05. Essa espécie é observada principalmente em florestas densas e úmidas (BROWN JÚNIOR, 1992).

Dentre os cinco pontos de coletas, o Ponto 05 foi onde se obteve o maior número de espécies coletadas, 13, seguido pelos Pontos 02, com 12 espécimes coletados; Ponto 04, com dez coletas; e Pontos 03 e 01, ambos com apenas uma borboleta capturada (Figura 5.204).

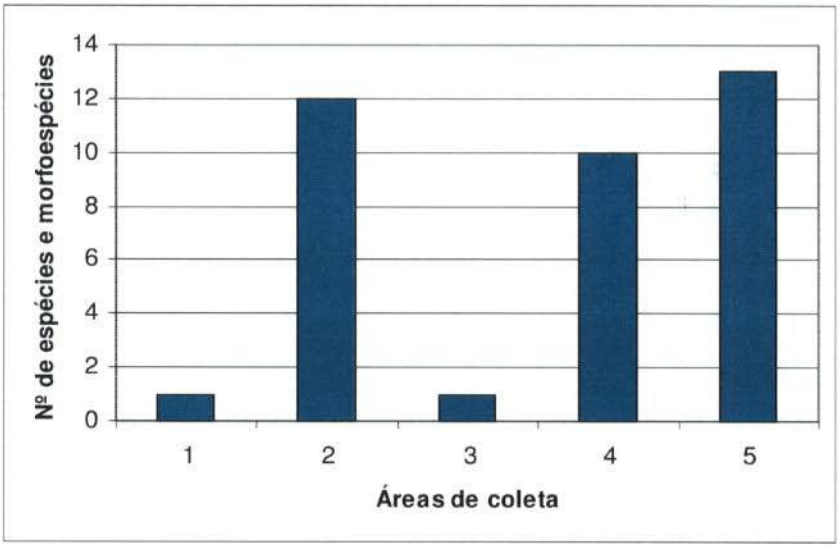


Figura 5.204 - Número de espécies e morfoespécies de borboleta em cada ponto de coleta na BR-470 Navegantes-Indaial/SC.

A maior parte das borboletas coletadas está associada à ambientes abertos e ruderais, aproveitando-se de plantas que nascem facilmente em áreas sem manejo, como gramíneas e ciperáceas. Desse modo, pode-se entender porque tanto o Ponto 02 quanto o Ponto 04 apresentaram 12 e 10 espécies coletadas, respectivamente. Ambos os pontos possuíam grandes manchas de vegetação com gramíneas e ciperáceas. O Ponto 05, com o maior número de espécies coletadas (13), é uma área de floresta de encosta de morro, com riacho e plantas do gênero *Passiflora*, características que atraem distintas espécies de borboleta, principalmente *Nymphalidae*.

Por outro lado, os Pontos 01 e 03, cada um com uma espécie coletada, tiveram suas coletas prejudicadas devido à chuva.

Apesar de todas as informações aqui apresentadas sobre as espécies e da associação dessas com os pontos de coleta, para muitas delas ainda existem poucos dados sobre aspectos tão gerais como ciclo de vida, plantas hospedeiras, comportamento, ecologia de populações e uso do habitat (UEHARA-PRADO *et al.*, 2004).

A coleta de 37 borboletas representa uma baixa amostragem. A curva de acumulação de espécies (Figura 5.205) não mostra uma tendência de estabilização, sugerindo que o aumento no número de coletas na região levará a um aumento no número de espécies.

Figura 5.205 - Número cumulativo de espécies de *Lepidoptera* registradas para a área da BR-470 Navegantes-Indaial/SC.

Para a região não se tem nenhum levantamento de espécies publicado, sendo que o único esforço nesse sentido são os dados do Plano de Manejo do Parque Nacional Serra do Itajaí (Eduardo Carneiro, comunicação pessoal). As espécies comuns entre esse estudo de plano de manejo e este levantamento são 11. De modo que outras sete espécies coletadas (Tabela 5.40) são consideradas registros novos para região de Blumenau e do Vale do Itajaí.

5.2.3.2.5 *Espécies de interesse conservacionista*

Tradicionalmente, *Coleoptera, Formicidae* (*Hymenoptera*) e *Lepidoptera* têm sido usadas como bioindicadores da qualidade ambiental (FREITAS *et al.*, 2005). Estima-se que ocorram mais de 100.000 espécies de insetos no Brasil (LEWINSOHN e PRADO, 2005), das quais 2.500 são de formigas, 3.288 de borboletas e 30.000 de besouros (LEWINSOHN *et al.*, 2005). Dentre essa megadiversidade apenas 96 espécies de insetos estão listadas como ameaçadas de extinção para o território brasileiro, sendo 33 no Paraná, 18 no Rio Grande do Sul e 14 em Santa Catarina (Tabela 5.41) (MACHADO *et al.*, 2008).

TABELA 5.41 - NÚMERO DE ESPÉCIES DE INSETOS AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO QUE ESTÃO OFICIALMENTE EM LISTAS VERMELHAS PARA O BRASIL (MACHADO ET AL., 2008), PARANÁ (MIKICH ET AL., 2004) E RIO GRANDE DO SUL (MARQUES ET AL., 2002).

TÁXON	BRASIL	PR	RS	SC
Coleoptera	16	-	07	04
Collembola	07	-	-	-
Ephemeroptera	01	-	-	-
Apidae (abelhas)	03	18	10	-
Formicidae (formigas)	04	-	-	-
Lepidoptera	57	15	01	09
Odonata	08	-	-	-
Total	**96**	**33**	**18**	**14**

a) *Coleoptera*

São conhecidas mais de 350.000 espécies de *Coleoptera* no mundo, distribuídas em aproximadamente 109 famílias. Apesar dessa representatividade e da sua importância como participantes de muitos processos ecológicos como ciclagem de nutrientes, polinização, controle de pragas, dispersão de sementes, ainda são escassos trabalhos envolvendo essa ordem (COSTA *et al.*, 1988; LAWRENCE e BRITTON 1991; MACHADO *et al.*, 2008).

No Brasil ocorrem 30.000 espécies de besouros, representando aproximadamente 30% das espécies de insetos no país (LEWINSOHN e PRADO, 2005; LEWINSOHN *et* al., 2005).

Devido ao número de estudos e de especialistas a taxonomia da maioria dos grupos de *Coleoptera* permanece extremamente difícil, muitas espécies ainda não foram descritas e permanecem desconhecidas pela ciência criando lacunas no conhecimento do grupo. Tal fato não causa estranheza considerando a alta diversidade do grupo que somado a essa falta de informação acarreta no baixo número de espécies listadas como ameaçadas – apenas 0,05% do total de espécies ocorrentes no Brasil – em comparação à alta diversidade da ordem (Tabela 5.42) (BASELGA e NOVOA, 2008), afinal não dá para disponibilizar informações daquilo que não conhecemos.

TABELA 5.42 - FAMÍLIAS DE *COLEPTERA* COM ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NO BRASIL: NÚMERO TOTAL DE ESPÉCIES OCORRENTES E DE ESPÉCIES AMEAÇADAS NO PAÍS, E NÚMERO DE ESPÉCIES AMEAÇADAS PARA O ESTADO DE SANTA CATARINA.

FAMÍLIAS	Nº DE ESPÉCIES OCORRENTES NO BR[1]	Nº DE ESPÉCIES AMEAÇADAS NO BR[2]	Nº DE ESPÉCIES COM OCORRÊNCIA EM SC[2]
Carabidae	1.132	05	-
Cerambycidae	5.000	02	01
Chrysomelidae	4.362	03	03
Scarabaeidae*	1.777	06	01
Total	**12.271**	**16**	**05**

* Incluindo Dynastidae, [1] Lewinsohn e Prado (2005) e [2] Machado *et al.*, 2008.

Dentre três famílias de besouros ocorrentes no Brasil, cinco espécies ameaçadas de extinção podem ocorrer em Santa Catarina (Tabela 5.42). Para o Dynastinae "besouro-de-chifre" *Megasoma gyas gyas* (HERBST, 1785) faltam dados recentes que comprovam a ocorrência no Estado, mas é possível que essa espécie tenha seu limite de distribuição austral no mesmo (MACHADO *et al.*, 2008). Essa espécie ocorre apenas em fragmentos grandes de Mata Atlântica, alimentando-se de troncos de em decomposição (MACHADO *et al.*, 2008) e à noite é atraída por luz

(ANTUNES *et al.*, 2007). As demais espécies de *Coleoptera* ameaçados e com distribuição para Santa Catarina compreendem famílias de hábito alimentar essencialmente fitófago, tendo potencial para serem encontradas alimentando-se sobre a vegetação.

Dos besouros listados no livro vermelho de fauna ameaçada, o Cerambycidae *Plaumanniella novateutoniae* (FISCHER, 1938) está associado com a Mata de Araucária. Os *Chrysomelidae Doryphora reticulata* (FABRICIUS, 1787) e *Ensiforma caerulea* (JACOBY, 1876) ocorrem no extremo oeste catarinense sendo o primeiro relacionado com *solanáceas* e o segundo alimentam-se de pólen ou da seiva exudada de tecidos vegetais. Outra espécie desta família, *Schematiza aneurica* (BECHYNÉ, 1956), ocorre no oeste catarinense, em Nova Teutônia, e podem estar relacionados com plantas de gênero *Cordia* (MACHADO *et al.*, 2008).

b) *Formicidae*

Consideradas indicadores ecológicos, as formigas podem auxiliar na avaliação do estado de conservação de um ambiente por serem sensíveis às mudanças ambientais, apresentarem alta abundância, grande riqueza de espécies e ampla distribuição geográfica (SILVA e BRANDÃO, 1999; SILVESTRE e BRANDÃO, 2001). Além disso, possuem relativa fidelidade ao ambiente (PERFECTO e SEDILES, 1992; SANTOS e MARQUES, 1996). A biomassa de formigas soma mais de 15% da biomassa animal de florestas tropicais (FITTKAU e KLINGE 1973, AGOSTI *et al.*, 2000) e é superior à de todos os vertebrados somados em praticamente todos os ecossistemas terrestres (HÖLLDOBLER e WILSON, 1990).

Na lista de espécies brasileiras ameaçadas de extinção estão quatro espécies de formigas – *Acromyrmex diasi* (GONÇALVES, 1983), *Atta robusta* (BORGMEIER, 1939), *Dinoponera lucida* (EMERY, 1901) e *Simopelta minima* (BRANDÃO, 1989), nenhuma delas com registro para o sul do país.

Simopelta minima (BRANDÃO, 1989) foi originalmente descrita com base em quatro operárias coletadas em amostras de solo provenientes de uma pequena plantação de cacau localizada em Ilhéus, Bahia. Na última lista do Ibama de espécies ameaçadas tinha sido considerada extinta e, recentemente, foi re-

encontrada em Viçosa, Minas Gerais, a mais de 1.000 quilômetros de distância da localidade tipo (BRANDÃO *et al.*, 2008).

Esta redescoberta sugere que o status de raridade e/ou vulnerabilidade atribuído a algumas espécies de formigas pode ser explicado pela amostragem insuficiente de micro-habitats adequados, no tempo e no espaço. Assim como *Coleoptera*, o grupo requer mais estudos quanto à distribuição das espécies, dinâmica da população e ecologia, para então se afirmar quais as reais ameaças que as mesmas sofrem.

c) *Lepidoptera*

A ordem *Lepidoptera* apresenta 150.000 espécies no mundo. No Brasil são 3.300 espécies de borboletas e 25.000 de mariposas (BROWN JÚNIOR, 1996).

As borboletas auxiliam em estudos de impacto ambiental por terem ciclo de vida curto; baixa resiliência, sendo esta definida como a capacidade de retornar à condição de equilíbrio após modificações ambientais; e por serem um grupo mais fácil de se coletar do que as mariposas por terem o período de maior atividade diurno. É grande a importância das mesmas para o monitoramento de mudanças na estrutura e composição da cobertura vegetal, já que possuem estreita associação com fatores físicos específicos e recursos vegetais (BROWN JÚNIOR, 1997; BROWN JÚNIOR e FREITAS JÚNIOR, 2000).

Das 63 espécies de borboletas ameaçadas no Brasil, 56 ocorrem no bioma Mata Atlântica e nove em Santa Catarina (Tabela 5.43).

TABELA 5.43 - FAMÍLIAS DE *LEPIDOPTERA* COM ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NO BRASIL: NÚMERO TOTAL DE ESPÉCIES OCORRENTES E DE ESPÉCIES AMEAÇADAS NO PAÍS, E NÚMERO DE ESPÉCIES AMEAÇADAS PARA O ESTADO DE SANTA CATARINA.

FAMÍLIAS	Nº DE ESPÉCIES OCORRENTES NO BR[1]	Nº DE ESPÉCIES AMEAÇADAS NO BR[2]	Nº DE ESPÉCIES COM OCORRÊNCIA EM SC[2]
Hesperiidae	1165	08	04
Nymphalidae	788	26	01
Papilionidae	69	09	01
Pieridae	65	04	02
Pyralidae	30.000	01	-
Riodinidae*	1181	06	01
Saturniidae	380	01	-
Total	**33.648**	**63**	**09**

*Somado à Lycanidae; [1]Brown (1996) e [2]Ibama (2008).

Beccaloni e Gaston (1995 *apud* ISERHARD e ROMANOWSKI, 2004) e Brown Júnior e Freitas Júnior (1999) indicam as famílias *Lycaenidae*, *Hesperiidae* e *Nymphalidae* como as três mais ricas para o Brasil, respectivamente. Somado esta riqueza à grande diversidade dessas famílias, tem-se grupos que podem prover distintas opções de diagnóstico e de monitoramento, e que neste estudo serão focadas.

5.2.3.2.6 Considerações finais

O esforço amostral foi suficiente para diagnosticar o impacto ambiental que a duplicação da BR-470 ocasionara nas populações de insetos. As curvas do coletor dos grupos não estão perfeitamente estabilizadas fruto dos altos índices de diversidade biológicas dos insetos. Dificilmente atinge-se a estabilidade da curva do coletor nesses grupos, a não ser em trabalhos de monitoramento de longo prazo.

De acordo com os resultados apresentados, fica evidente que, para a conservação desses grupos amostrados é necessária a manutenção de remanescentes de todas as fitofisionomias amostradas neste levantamento. Todos os pontos apresentaram características relevantes para a manutenção dos

besouros, borboletas e formigas, seja por causa da abundância, riqueza, presença de novos registros para a região ou presença de Coleópteros raros.

Segundo Alho *et al.* (2003), a escolha de espécies ou grupos a serem utilizados para monitorar processos biológicos deve levar em consideração os seguintes itens: a resposta das espécies aos fatores impactantes e a escolha de espécies que sejam residentes ao longo do ano, sejam fáceis de monitorar, apresentem curto tempo de geração (de modo que a população responda rapidamente quando exposta à mudanças ambientais) e sejam abundantes para que a variação no tamanho populacional sejam de magnitude suficiente para responder aos impactos ambientais. Nesse sentido, acreditamos que os insetos seja um grupo que atende os requisitos citados acima supracitados.

5.2.3.2.7 Descrição do impacto

No que se refere à entomofauna, a principal preocupação quanto à duplicação da BR-470, subtrecho Navegantes – Entr. SC-418 (p/ Rodeio), recai sobre a perda de habitat nas áreas onde foram coletados os insetos raros e aqueles que foram registrados pela primeira vez para a região. Isso porque os ambientes amostrados já apresentam elevado grau de perturbação.

5.2.3.2.8 Medida mitigadora

Estudos de monitoramento devem ser realizados buscando-se conhecer mais sobre a distribuição desses insetos. Sugerimos que tanto *Formicidae* quanto *Coleoptera* e *Rhopalocera* (*Lepidoptera*) sejam incluídos dentre os grupos utilizados no monitoramento da área para a melhor avaliação da distribuição das espécies, das flutuações populacionais sazonais ou não destes insetos.

5.2.3.3 Herpetofauna – Anfíbios

5.2.3.3.1 Introdução

Os anfíbios são um grupo de distribuição geográfica mundial, que apenas não ocorrem nas regiões polares, nos desertos mais áridos e em algumas ilhas oceânicas isoladas. Sua distribuição é fortemente influenciada pela presença e

abundância de água, muitas vezes apenas na forma de chuva, pois dependem muito da água para a vida e reprodução, porém muitas espécies apresentam adaptações à vida em ambientes com longos períodos de aridez. No entanto, a maior diversidade e abundância ocorrem nas regiões de matas úmidas neotropicais (América Central, Floresta Amazônica e Floresta Atlântica) (DUELLMAN, 1999).

Segundo Frost (2009), são conhecidas mais de 6.433 espécies de anfíbios em todo o mundo. Para o Brasil são conhecidas 849 espécies (SBH, 2009), sendo que para o Estado de Santa Catarina, Lucas (2008) estima a existência de 110 espécies, sendo mais 12 ainda não descritas e mais 22 com provável ocorrência, representando cerca de 14,7% das espécies conhecidas para o Brasil.

Segundo Hanken (1999), os anfíbios apresentam uma das maiores taxas de descrição de novas espécies, no entanto, é provável que algumas espécies já tenham sido extintas ou estejam se extinguindo antes mesmo de sua descrição formal (HADDAD, 1998). O declínio de populações, e talvez até mesmo a extinção de alguma espécie no Brasil, tem sido observado (e.g. HADDAD, 1998; HEYER *et al.*, 1988; WEYGOLDT, 1989, ETEROVICK *et al.*, 2005), em função da Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa concentrarem um grande número de espécies de hábitos especializados e, portanto, sensíveis as alterações ambientais (HADDAD, 1998). A vulnerabilidade de muitas espécies de anfíbios pode ser atribuída a diversos fatores, dentre eles destacam-se: alto grau de endemismo (LYNCH, 1979) e a diversidade de modos reprodutivos especializados, sendo que dos 39 modos conhecidos, 27 estão presentes nas espécies de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa (HADDAD e PRADO, 2005).

Silva *et al.* (2007) em um estudo sobre animais atropelados numa rodovia no Paraná, observou um grande número de anfíbios atropelados, principalmente no trecho próximo a uma Unidade de Conservação. Registros de atropelamentos também estavam relacionados com o período de reprodução, onde tanto indivíduos adultos e jovens se deslocavam entre as áreas da rodovia.

O diagnóstico da anurofauna na AID da Rodovia BR-470 objetiva fundamentalmente levantar a riqueza de espécies, detectar espécies de interesse

para a conservação e fazer um prognóstico ambiental dos possíveis impactos negativos sobre este grupo faunístico.

5.2.3.3.2 Metodologia

a) Métodos de Amostragem

Foi utilizado o procedimento de busca ativa. Durante o dia foram levantadas as áreas a serem monitoradas no período de maior atividade dessas espécies (à noite). Assim, banhados e áreas úmidas em geral, vegetação ciliar, e pequenos córregos dentro dos remanescentes florestais. A partir das 18 até as 24 horas, os pontos escolhidos foram monitorados. A atividade de vocalização foi gravado (digitalmente) para posterior classificação. Se possível o animal foi localizado e fotografado (Figura 5.206).

Figura 5.206 - Busca ativa para registro fotográfico e gravação digital.

b) Coleta

Foram utilizados os baldes do sistema de armadilhas de interceptação e queda. Caso fosse encontrada uma espécie de difícil identificação, a mesma era coletada em saco plástico para posterior classificação. Em laboratório o animal era

anestesiado com xilocaína em pasta passada sobre o seu peito. Após a comprovação da morte passava-se à fixação e processo interno de fichamento e armazenamento em coleção científica.

c) Áreas de Estudo e Procedimentos de Análise

Foram amostradas cinco localidades de três municípios durante sete dias de amostragem (Figura 5.207), sendo que os dados obtidos pela busca ativa foram complementados pelos dados obtidos pelos métodos de captura: *pitfall* e *funnel trap*.

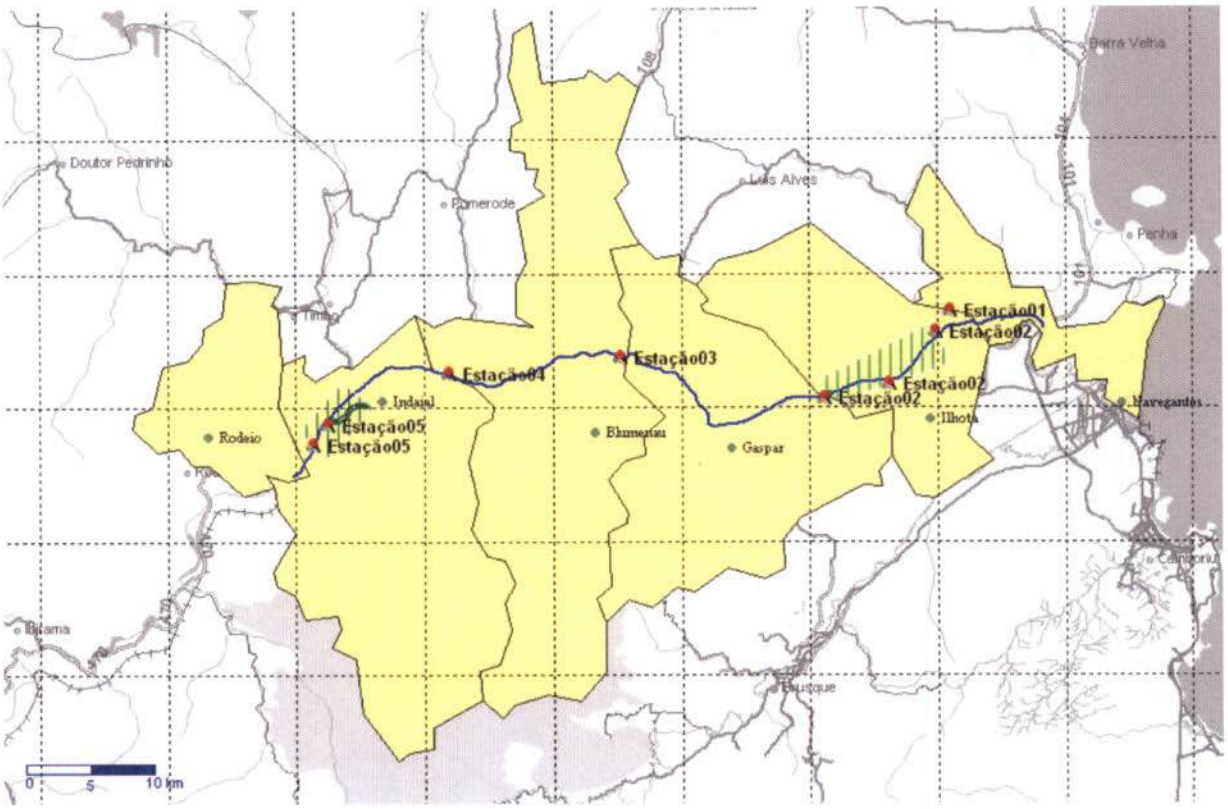


Figura 5.207 - Trajeto e estações de amostragem do trecho que será duplicado da rodovia BR-470, Navegante – Indaial, SC. Em linha azul o trajeto da rodovia BR-470; hachurado em verde área aonde foi percorrido ampliando a amostragem da estação correspondente.

A busca ativa amostrou as localidades, seguindo uma série temporal de sete dias – cinco pontos (Tabela 5.44). Os registros dos *pitfalls* e *funnel traps* foram considerados para cada ponto de amostragem, não seguindo os dias que foram registrados os anfíbios. Os dados de cada campanha serão acumulados

temporalmente, fazendo um registro sazonal das espécies de anuros para o trecho amostrado.

Para as análises ecológicas foi utilizado o programa EstimateS 8.2 (COLWELL, 2009), sendo que os índices utilizados para análise foram: abundância relativa; riqueza observada; riqueza observada corrigida pelo método analítico Mao Tau para ajustar as unidades amostrais e retirar o efeito da época do ano que se inicia e termina as amostragens; os estimadores de riqueza: ACE, ICE, Chao 1 e 2, Jack-knife 1 e 2, e Bootstrap; e o índice de diversidade de Shannon H'. Para essas análises foi considerada toda a área de amostragem da BR-470 como uma localidade, sendo que cada estação foi amostrada durante uma noite, acumulando o número de espécies e de indivíduos.

Considerando cada estação e campanha como 1 unidade amostral foi calculado os índices de diversidade de Dominância, Shannon H' e Equitabilidade pelo programa PAST 1.72 (HAMMER *et al.*, 2001).

A constância da ocorrência de espécies foi calculada utilizando o índice C de Dajoz (C=I x 100/L), sendo C = constância de ocorrência de espécies; I = número de dias amostrados que cada espécies foi registrada; e L = total do número de dias. Para categorizar a constância de ocorrência foi considerado: espécie constante acima de 50% de presença; espécie frequente entre 25 e 50 % de presença; e espécie infrequente menos de 25 % de presença (LUCAS e FORTES, 2009).

Dados para complementação da lista de espécies foram obtidos através da consulta bibliográfica no trabalho de Lucas (2008), na consulta de indivíduos depositados em Coleções Científicas e na comunicação pessoal de pesquisadores que já haviam estudado a herpetofauna da Estação 01 durante 1 ano.

TABELA 5.44 - COORDENADAS GEOGRÁFICAS DAS LOCALIDADES AMOSTRADAS E ONDE FORAM INSTALADAS AS ESTAÇÕES DAS ARMADILHAS DE INTERCEPTAÇÃO E QUEDA.

ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	COORDENADAS	
		LATITUDE	LONGITUDE
EST 01	Ilhota	-26 50' 18,82536"	-48 47' 09,40767"
EST 02	Ilhota	-26 50' 36,36087" -26 87' 78,085" -26 89' 08,845"	-48 47' 42,27532" -48 83' 62,932" -48 88' 54,198"
EST 03	Blumenau	-26 86' 45,126"	-49 04' 47,377"
EST 04	Blumenau	-26 87' 68,811"	-49 17' 82,601"
EST 05	Indaial	-26 55' 24,95888"	-49 17' 03,49148"

5.2.3.3.3 Resultados e discussão

Foram registrados 20 espécies de anfíbios (Figura 5.208), pertencentes a 12 famílias, sendo 19 espécies nativas e uma exótica (Tabela 5.45), sendo essas: *Flectonotus aff. fissilis*, *Rhinella abei* (sapo) (Figura 5.209), *Rhinella icterica* (sapo-cururu) (Figura 5.210), *Proceratophrys boiei* (sapo-de-chifre) (Figura 5.211), *Dendropsophus microps* (pererequinha-do-brejo) (Figura 5.212), *Dendropsophus minutus, Dendropsophus werneri* (perereca) (Figura 5.213), *Hypsiboas bischoffi* (perereca) (Figura 5.214), *Hypsiboas faber* (sapo-ferreiro) (Figura 5.215), *Phyllomedusa disticta* (perereca-macaco) (Figura 5.216), *Scinax aff. alter* (perereca) (Figura 5.217), *Scinax fuscovarius* (perereca-do-banheiro) (Figura 5.218), *Sphaenorhyncus caramaschi* (perereca) (Figura 5.219), *Physalaemus cuvieri* (rã-cachorro) (Figura 5.220), *Physalaemus nanus* (rãzinha) (Figura 5.221), *Physalaemus olfersii* (rã-chorona) (Figura 5.222), *Leptodactylus nanus* (rã) (Figura 5.223), *Leptodactylus notoaktites* (rã) (Figura 5.224), *Leptodactylus ocellatus* (rã-crioula) (Figura 5.225), e *Lithobates catesbianus* (rã) (Figura 5.226).

A anurofauna apresentou oito modos reprodutivos diferentes (Tabela 5.46), sendo esses: 1- ovos e girinos exotróficos em corpos d'água lênticos; 4- ovos e estágios larvais iniciais em piscinas naturais ou construídas, e após inundação, girinos exotróficos em corpos d'água lêntico ou lótico (Figura 5.227); 11- ovos em

ninhos de espuma flutuante em corpo d'água lêntico, e girinos exotróficos em corpo d'água lêntico (Figura 5.228); 24- dos ovos eclodem girinos exotróficos que caem em corpo d'água lêntico; 30- ninho de espuma com ovos e estágios larvais iniciais em ninhos subterrâneos construídos, e após inundação, girinos exotróficos em corpo d'água lêntico; 32- ninho de espuma com ovos em tocas subterrâneas construídas, girinos endotróficos completam o desenvolvimento na toca; e 36- ovos transportados no dorso em marsúpio dorsal de fêmeas, girinos endotróficos desenvolvem-se em água acumulada em bromélias ou nos colmos de bambu.

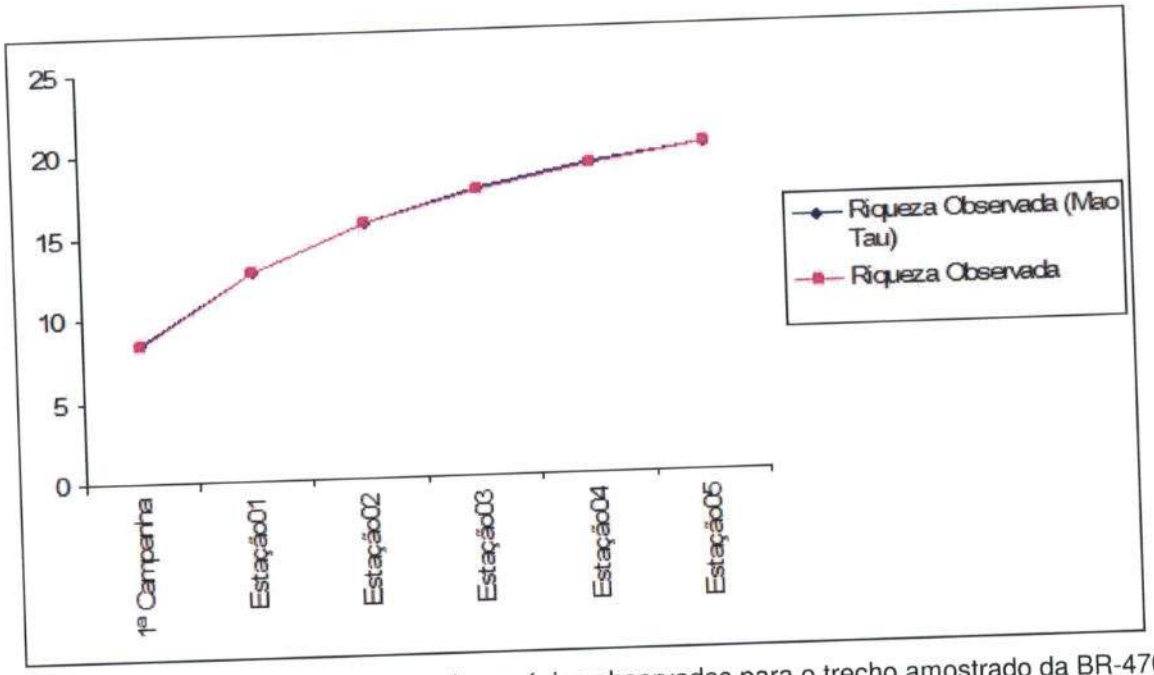


Figura 5.208 - Curva de acumulação de espécies observadas para o trecho amostrado da BR-470, Navegantes – Indaial, SC. Acumularam-se os dados de cada campanha numa série temporal, assim como os dados de cada estação. As estações 01 a 05 compreendem a amostragem da 2ª Campanha.

Figura 5.209 - Indivíduo de *Rhinella abei* (sapo)registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.210 - Indivíduo de *Rhinella icterica* (sapo-cururu) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.211 - Indivíduo de *Proceratophrys boiei* (sapo-de-chifre) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.212 - Indivíduo de *Dendropsophus microps* (perereguinha-do-brejo) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.213 - Indivíduo de *Dendropsophus werneri* (perereca) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.214 - Indivíduo de *Hypsiboas bischoffi* (perereca) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.215 - Indivíduo de *Hypsiboas faber* (sapo-ferreiro) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.216 - Indivíduo de *Phyllomedusa disticta* (perereca-macaco) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.217 - Indivíduo de *Scinax* aff. *alter* (perereca) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.218 - Indivíduo de *Scinax fuscovarius* (perereca-do-banheiro) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.219 - Indivíduo de *Sphaenorhyncus caramaschi* (perereca) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.220 - Indivíduo de *Physalaemus cuvieri* (rã-cachorro) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.221 - Indivíduo de *Physalaemus nanus* (rãzinha) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.222 - Indivíduo de *Physalaemus olfersii* (rã-chorona) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.223 - Indivíduo de *Leptodactylus nanus* (rã) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.224 - Indivíduo de *Leptodactylus notoaktites* (rã) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.225 - Indivíduo de *Leptodactylus ocellatus* (rã-crioula) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.226 - Indivíduo de *Lithobates catesbianus* (rã) registrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.227 - Ninho construído por *Hypsiboas faber* (sapo-ferreiro) exemplificando o modo reprodutivo 4, encontrado no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Figura 5.228 - Ninho de espuma construído por *Physalaemus* olfersii (rã-chorona), no trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

TABELA 5.45 - ESPÉCIES DE ANFÍBIOS REGISTRADAS NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DO INVENTÁRIO FAUNÍSTICO DA AID DA RODOVIA BR-470, NAVEGANTES – INDAIAL, SC, E A LISTA COMPLEMENTAR DE ESPÉCIES DE POSSÍVEL OCORRÊNCIA. LEGENDA: AUD.: BUSCA AUDITIVA; BIBLI.: CONSULTA BIBLIOGRÁFICA; COM.: COMUNICAÇÃO PESSOAL; FUN.: FUNNEL TRAPS; PIT.: PITFALL; VIS.: BUSCA VISUAL; * ESPÉCIE EXÓTICA; **NENHUMA ESPÉCIE SE ENCONTRA NA LISTA LISTA DAS ESPÉCIES DA FAUNA BRASILEIRA AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO.

ESPÉCIE	TIPO DE REGISTRO	STATUS DE CONSERVAÇÃO**
AMPHIGNATHODONTIDAE		
Flectonotus aff. Fissilis	aud.	-
BRACHYCEPHALIDAE		
Ischnocnema henselii	com.	-
Ischnocnema manezinho	bibli.	-
BUFONIDAE		
Dendrophryniscus berthalutzae	bibli.	-
Rhinella abei	vis./pit.	-
Rhinella ictérica	vis.	-
CENTROLENIDAE		
Hyalinobatrachium uranoscopum	bibli.	-
CRAUGASTORIDAE		
Haddadus binotatus	com.	-
CYCLORAMPHIDAE		
Cycloramphus asper	bibli.	-
Cycloramphus bolitoglossus	bibli.	-
Proceratophrys boiei	fun.	-
Proceratophrys subguttata	bibli.	-
HYLIDAE		
Aplastodiscus albosignatus	bibli.	-
Aplastodiscus erarhdti	bibli.	-
Aplastodiscus cochranae	bibli.	-
Bokermannohyla hylax	com.	-
Dendropsophus elegans	com.	-
Dendropsophus berthalutzae	bibli.	-
Dendropsophus microps	aud./vis.	-
Dendropsophus minutus	aud./vis.	-
Dendropsophus nahdereri	mus.	-
Dendropsophus werneri	aud./vis.	-
Hypsiboas albomarginatus	bibli.	-
Hypsiboas bischoffi	aud./vis.	-
Hypsiboas faber	aud./vis.	-
Hypsiboas semilineatus	bibli.	-
Phyllomedusa disticta	aud./vis.	-

ESPÉCIE	TIPO DE REGISTRO	STATUS DE CONSERVAÇÃO**
Scinax aff. Alter	aud./vis.	-
Scinax catharinae	bibli.	-
Scinax fuscovarius	aud./vis.	-
Scinax perereca	mus.	-
Scinax rizibilis	bibli.	-
Sphaenorhyncus caramaschi	aud./vis.	-
Sphaenorhyncus surdus	bibli.	-
Trachycephalus mesophaeus	bibli.	-
HYLODIDAE		
Hylodes perplicatus	mus.	-
LEIUPERIDAE		
Physalaemus cuvieri	aud./vis.	-
Physalaemus nanus	aud./vis.	-
Physalaemus olfersii	aud./vis./pit.	-
LEPTODACTYLIDAE		
Leptodactylus nanus	aud./vis./pit./fun.	-
Leptodactylus notoaktites	aud./vis./pit.	-
Leptodactylus ocellatus	aud./vis./pit.	-
MICROHYLIDAE		
Chiasmocleis leucosticta	bibli.	-
Elachistocleis bicolor	bibli.	-
RANIDAE		
*Lithobates catesbianus**	aud./vis./pit.	-

TABELA 5.46 - MODOS REPRODUTIVOS APRESENTADOS PELOS ANUROS REGISTRADOS NAS LOCALIDADES AMOSTRADAS DA BR-470, NAVEGANTES – INDAIAL, SC, SEGUNDO HADDAD E PRADO (2005).

ESPÉCIE	MODO REPRODUTIVO
Flectonotus aff. fissilis	36
Rhinella abei	1
Rhinella ictérica	1
Proceratophrys boiei	1
Dendropsophus microps	1
Dendropsophus minutus	1
Dendropsophus werneri	1 e 24
Hypsiboas bischoffi	1
Hypsiboas faber	4
Phyllomedusa disticta	24
Scinax aff. alter	1
Scinax fuscovarius	1

ESPÉCIE	MODO REPRODUTIVO
Sphaenorhyncus caramaschi	1
Physalaemus cuvieri	11
Physalaemus nanus	11
Physalaemus olfersii	11
Leptodactylus nanus	32
Leptodactylus notoaktites	30
Leptodactylus ocellatus	11
Lithobates catesbianus	1

A abundância relativa totalizou 291 indivíduos registrados pelas diferentes metodologias (Figura 5.229), sendo que um maior número de registros foram daquelas espécies que estavam em período reprodutivo (busca auditiva – Tabela 5.230), pelo simples motivo de que há uma maior densidade de indivíduos por área amostral (Figura 5.230). Isso fez com que o número de indivíduos de algumas espécies que não estavam se reproduzindo parecesse baixo, devido à baixa densidade de indivíduos. A sazonalidade tem forte influência na distribuição temporal de espécies das comunidades de anuros, fazendo com que a presença, ausência e parâmetros demográficos variem para certas espécies (BERTOLUCI, 1998).

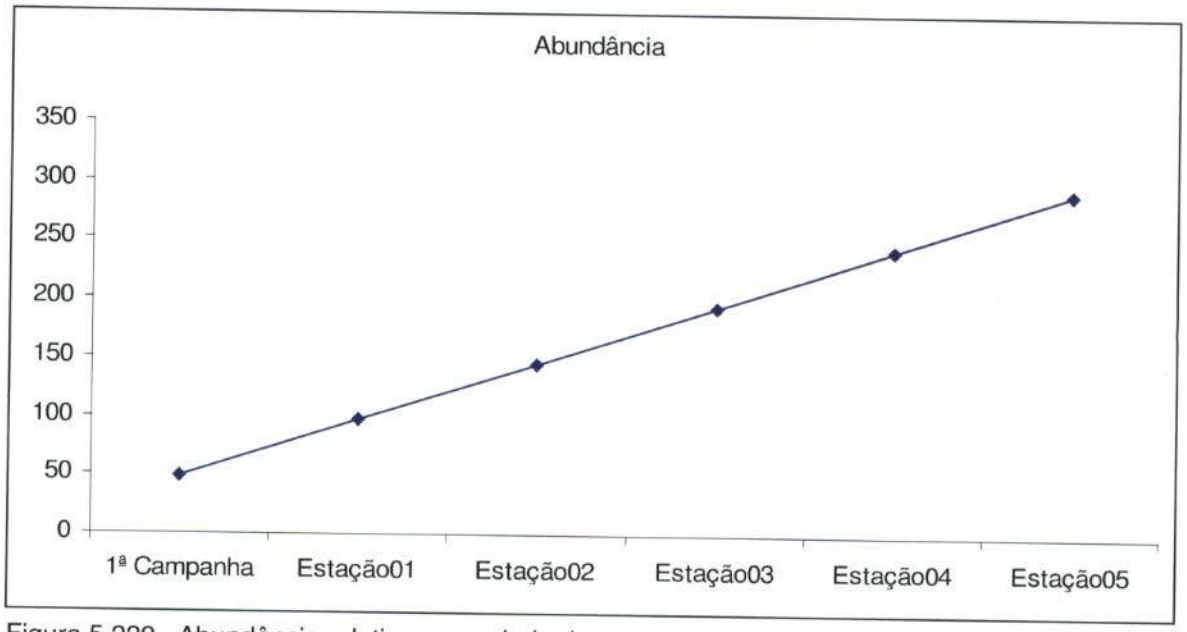


Figura 5.229 - Abundância relativa acumulada dos anuros amostrados nas localidades da BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

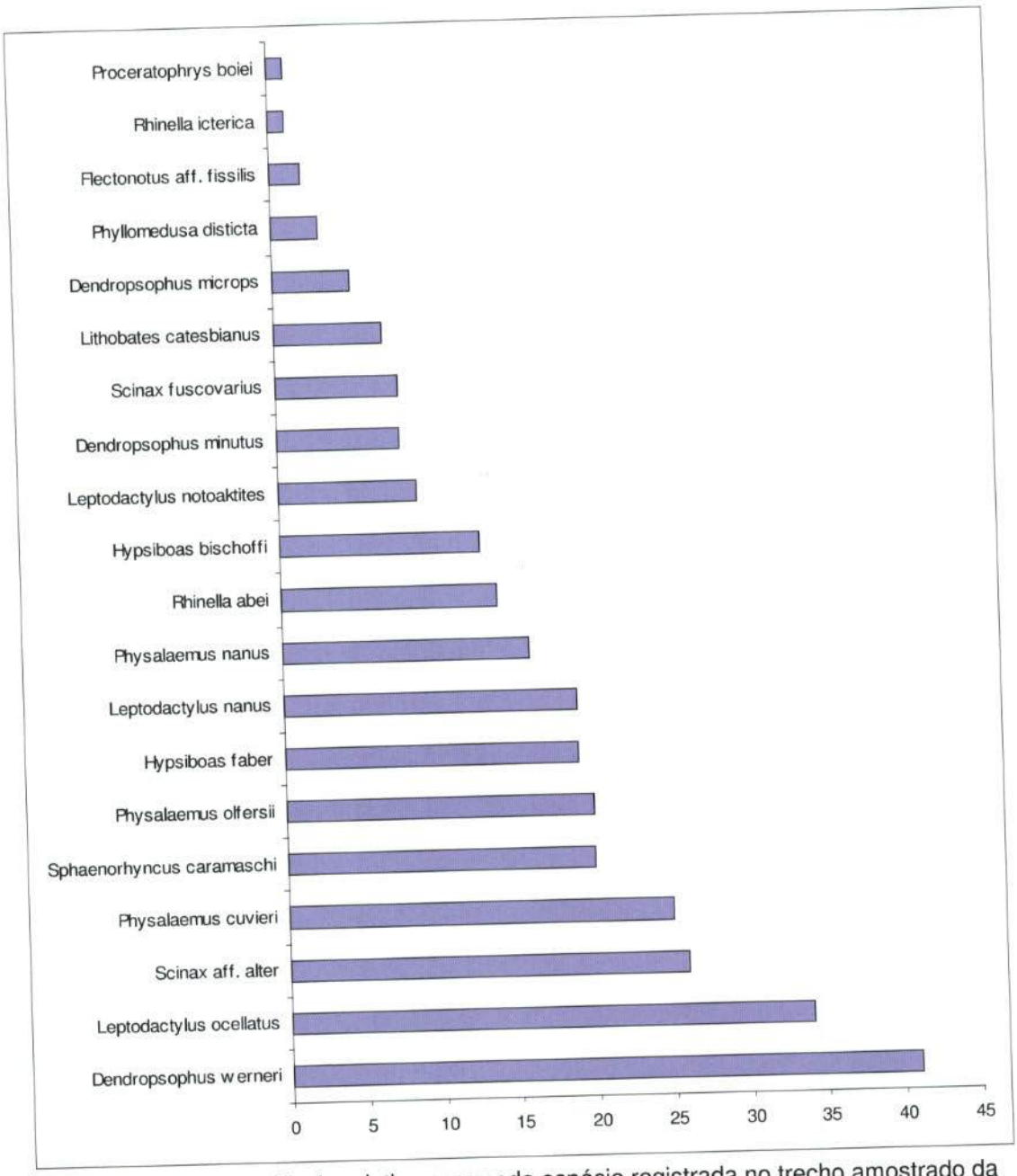


Figura 5.230 - Abundância relativa para cada espécie registrada no trecho amostrado da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Segundo o índice de Dajoz, seis espécies são consideradas infrequentes, seis espécies são consideradas frequentes e oito espécies são consideradas constantes na área amostrada (Tabela 5.47). Muitas dessas espécies consideradas infrequentes não exigem um ambiente florestal conservado, necessitando somente de uma fonte de água limpa e constante e a presença de alguma vegetação

herbácea ao redor, sendo muitas vezes poças permanentes. Provavelmente algumas dessas espécies obtiveram uma ocorrência infrequente devido ao fato de que todos os pontos de amostragem não foram visitados a cada noite, e/ou devido à competição entre as espécies registradas por haver uma grande sobreposição de nichos, principalmente dos modos de reprodução (Tabela 5.48).

TABELA 5.47 - A CONSTANTE DE OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES REGISTRADAS NO TRECHO DA BR-470, NAVEGANTES – INDAIAL, SC, CALCULADA A PARTIR DO ÍNDICE DE DAJOZ.

ESPÉCIE	CONSTANTE DE OCORRÊNCIA EM %
Flectonotus aff. fissilis	16,66666667
Rhinella abei	66,66666667
Rhinella icterica	16,66666667
Proceratophrys boiei	16,66666667
Dendropsophus microps	16,66666667
Dendropsophus minutus	16,66666667
Dendropsophus werneri	50
Hypsiboas bischoffi	33,33333333
Hypsiboas faber	66,66666667
Phyllomedusa disticta	16,66666667
Scinax aff. alter	66,66666667
Scinax fuscovarius	33,33333333
Sphaenorhyncus caramaschi	33,33333333
Physalaemus cuvieri	50
Physalaemus nanus	33,33333333
Physalaemus olfersii	50
Leptodactylus nanus	100
Leptodactylus notoaktites	33,33333333
Leptodactylus ocellatus	100
Lithobates catesbianus	33,33333333

Ambientes de maior heterogeneidade ambiental, como exemplo, poças associadas a algum fragmento florestal, apresentam maior variedade de nichos, podendo abrigar uma maior diversidade de espécies, diminuindo a competição, favorecendo espécies mais exigentes (VASCONCELOS e ROSSA-FERES, 2008). O índice de Shannon H' demonstrou que as estações 03 e 04 apresentaram os

maiores índices de diversidade 2,298 e 2,132, respectivamente, da mesma forma menor dominância (Tabela 5.48).

Mesmo apresentando um ambiente com melhor qualidade florestal, a Estação 01 e 05, obtiveram menores índices de Shannon H' devido a uma maior dominância de algumas espécies, por exemplo, *Physalaemus cuvieri* (rã-cachorro) e *Leptodactylus ocellatus* (rã-crioula), respectivamente. Contudo, todas as localidades apresentaram um bom índice de equitabilidade J, demonstrando uma boa distribuição da abundância entre as espécies. A estação 02 apresentou valores intermediários de diversidade, mesmo apresentando um ambiente pouco florestado, pois foi percorrida uma maior área amostral, visitando outros dois pontos além da estação 02. Isso fez com que mais espécies fossem registradas para aquela data, aumentando a diversidade. Contudo, segundo Lucas e Fortes (2009) a diversidade foi considerada alta para todas as estações (e ≥ 0,7, H'≥1,0).

TABELA 5.48 - ÍNDICES DE DIVERSIDADE CALCULADOS PARA CADA ESTAÇÃO AMOSTRADA.

ÍNDICES	ESTAÇÃO 01	ESTAÇÃO 02	ESTAÇÃO 03	ESTAÇÃO 04	ESTAÇÃO 05
Espécies	9	8	11	11	8
Indivíduos	35	81	59	77	17
Dominância	0,1771	0,1398	0,11	0,1344	0,2111
Shannon H'	1,925	2,011	2,298	2,132	1,793
Equitability J	0,876	0,9669	0,9582	0,8892	0,8623

A riqueza de espécies atingiu uma estabilidade segundo os estimadores (Figura 5.231). Os estimadores de riqueza ICE e Chao 2, tiveram uma oscilação das estimativas iniciais devido um alto devido padrão, respectivamente: 1ª Campanha 16,74 (EST01 13,07; EST02 13,29; EST03 6,46; e EST04 3.46) e 2ª Campanha 19,67 (EST01 5,67; EST02 6,48; EST03 3,89; EST04 3,12; e EST05 2,18). Os índices que estimaram a maior riqueza foram: ICE: 24,83, Jack-knife1: 25,0 e Jack-knife2: 25,8. O índice de Jack-knife provavelmente obteve maiores valores, por se basear na presença de espécies infrequentes ou raras, como mostrou o índice de Dajoz. Enquanto o índice de Chao se baseia na abundância de indivíduos.

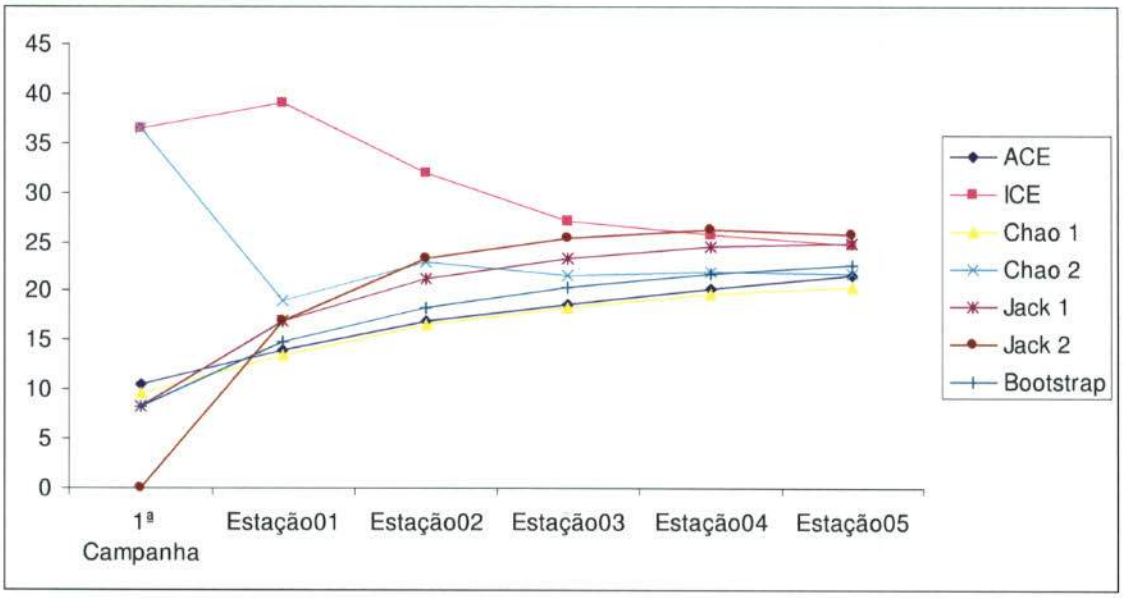


Figura 5.231 - A riqueza de anuros estimada por sete métodos em 2 campanhas (2ª Campanha: Estação 01 a 05) de amostragens no trecho da BR-470, Navegantes – Indaial, SC.

Mais espécies podem ocorrer ao longo da BR-470. Segundo os dados complementares consultados na bibliografia, em coleções científicas e pela comunicação pessoal com pesquisadores, esse número tende a aumentar para 45 espécies (Tabela 5.45). Considerando que a maior parte dos registros ocorre quando as espécies estão se reproduzindo, amostrar espécies que apresentem reprodução explosiva é um evento ocasional. Isso se aplica a espécies como: *Trachycephalus mesophaeus*, *Cycloramphus asper*, *Cycloramphus bolitoglossus*, *Chiasmocleis leucosticta*, *Scinax catharinae*, *Ischnocnema henselii* e *Ischnocnema manezinho* (CONTE e ROSSA-FERES, 2006).

Algumas espécies não foram registradas devido a características dos ambientes amostrados, restringindo sua ocorrência, como exemplo as espécies de corredeiras (ex. *Hylodes perplicatus* e *Bokermannohyla hylax*). Outra situação são espécies de folhiço de difícil visualização, cujas metodologias de *pitfall* e *funnil trap* ajudam a complementar a amostragem, porém requerem um maior tempo amostral (ex. *Haddadus binotatus, Elachistocleis ovalis, Proceratophrys boiei* e *Proceratophrys subguttata*). Também a própria sazonalidade ou a competição entre espécies de hábitos semelhantes pode exclui-las das amostragens (BERTOLUCI *et al.*, 2002).

De qualquer forma, a diversidade do trecho da rodovia BR-470, Navegantes – Indaial,SC, apresentou um alto índice de Shannon H' (Figura 5.232) que tende a aumentar conforme as coletas, no incremento de espécies infrequentes temporalmente ou visualmente (LUCAS e FORTES, 2008).

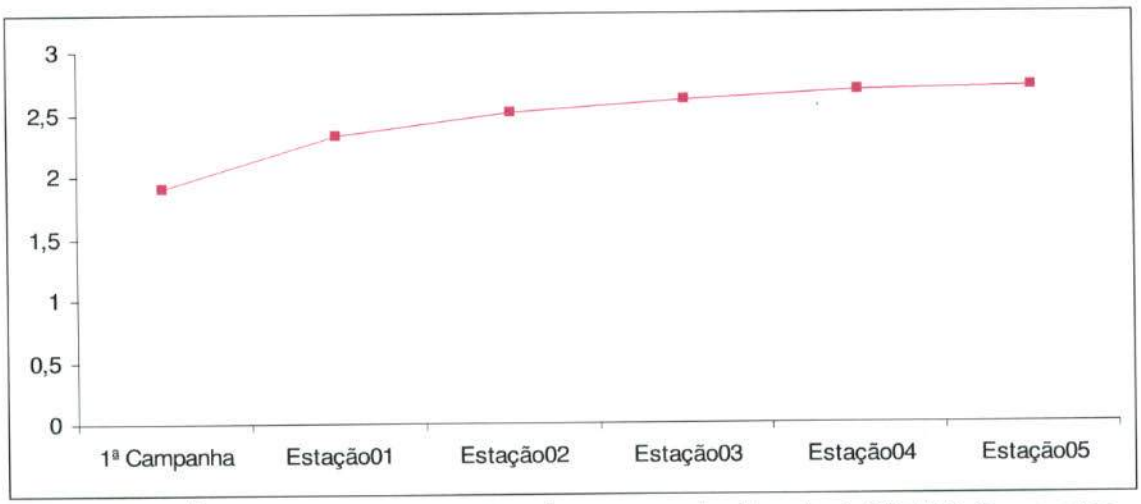


Figura 5.232 - Índice de Shannon H' estimado para o trecho da rodovia BR-470, Navegantes - Indaial, SC.

5.2.3.3.4 Descrição do impacto

Todas as estações de amostragem ao longo da rodovia BR-470 apresentaram altos índices de diversidade, sendo esses sítios utilizados pelas espécies de anuros para a reprodução e manutenção das populações. Não se exclui a possibilidade de outras localidades também serem utilizadas pelos mesmos e devem-se tomar os mesmos cuidados, pois ao longo da rodovia BR-470 a anurofauna é muito rica e abundante.

No que se referem a impactos, o incremento de fluxo de trânsito e a instalação de obstáculos (muro divisor de pistas), além do aumento da distância para atravessar a BR-470, deverá aumentar significativamente o atropelamento, principalmente durante o período reprodutivo das espécies próximo a fragmentos utilizados pelos anuros.

Além disso, o impacto da água da chuva contaminada com óleo, combustível e outros resíduos automotores que será drenada pela rodovia até

corpos d'água próximos, podem alterar a qualidade da água dos sítios reprodutivos dessas espécies.

5.2.3.3.5 Medidas Mitigadoras

Uma vez que a grande maioria das ações antrópicas que já ocorrem tendem a aumentar com a duplicação da rodovia, podem-se sugerir alguns estudos e/ou medidas que visam uma melhoria das condições do ambiente na região:

- instalação de passa faunas principalmente na localidade das estações amostradas;
- monitoramento das comunidades encontradas ao longo da rodovia, reverificando a ocupação pelas espécies nos remanescentes florestais;
- conexão da mata ciliar e de outros remanescentes do entorno, desviando a anurofauna do transecto da rodovia.

5.2.3.4 Herpetofauna – Répteis

5.2.3.4.1 Introdução

Os répteis encontram-se distribuídos por quase todo o globo, estando ausentes apenas na Antártida e em algumas ilhas como a Groenlândia (FAPAS, 2001). No mundo, são conhecidas atualmente mais de 8.000 espécies de répteis, sendo que existem cerca de 4.000 espécies de lagartos, 2.700 serpentes, 140 anfisbenas, 260 tartarugas, 22 crocodilianos e duas tuataras (grupo não existente no País) (HADDAD e ABE, 2000; POUGH *et al.*, 2004; LEWINSOHN e PRADO, 2005).

O Brasil está entre os países com maior diversidade de répteis, com 708 espécies conhecidas (BÉRNILS, 2009), sendo que, apenas na Mata Atlântica, foram catalogadas 67 espécies entre lagartos e anfisbenas e 134 serpentes (RODRIGUES, 2005). Apesar do aumento de estudos herpetofaunísticos nos últimos anos, a maioria das regiões brasileiras ainda não conta com conhecimentos satisfatórios.

Em Santa Catarina existem apenas contribuições esparsas na literatura, sendo que as únicas áreas do Estado com inventários de espécies de répteis publicados são a região do Vale do Itajaí (BÉRNILS *et al.*, 2001) e a região do

entorno da Usina Hidrelétrica de Quebra-Queixo, no oeste do Estado (HARTMANN e GIASSON, 2008).

5.2.3.4.2 Metodologia

Foram realizadas duas campanhas, a primeira no período correspondente à primavera (dezembro de 2009) e a segunda no verão (fevereiro e março de 2010). Cada campanha teve a duração de sete dias. As coletas realizadas nas mesmas seguiram a seguinte metodologia:

- captura e coleta: foi realizada com auxílio de gancho herpetológico ou manualmente e os espécimes eram acondicionados e/ou transportados em sacos de pano ou caixas próprias para répteis (de madeira, com tela de arame e cadeado). O procedimento de eutanásia deverá ser por choque de temperatura, porém não foi necessária a coleta (não foram encontrados animais que não pudessem ser classificados no campo;
- armadilhas de interceptação: foi utilizado o sistema *Pitfal* instalado para todos os grupos;
- *funil-trap*: para incrementar a amostragens, foram instaladas linhas de *funil-trap*;
- procura visual: consiste na busca por répteis em seus ambientes de ocorrência, podendo esses estarem ativos (por exemplo: em deslocamento pelo ambiente) ou inativos (por exemplo: em repouso sob pedras, troncos ou sobre a vegetação). As buscas foram realizadas tanto no período diurno (iniciadas às 10 horas e finalizadas às 14 horas) quanto no período noturno (iniciadas às 19 horas e finalizadas às 23 horas) e permitiram a quantificação do esforço amostral, gerando uma taxa de encontro (horas-homem de procura);
- encontros ocasionais: répteis, principalmente serpentes e lagartos, são frequentemente encontrados mortos em estradas, podendo esses encontros serem classificados como ocasionais, assim como outros encontros em que não se esteja realizando procura visual. Esse método não permite a quantificação do esforço amostral.

5.2.3.4.3 Resultados e Discussão

Baseado em dados primários e secundários foram levantadas 53 espécies de répteis de possível ocorrência nas áreas de influência da rodovia BR-470, no trecho Navegantes – Indaial. Em duas campanhas (primavera e verão) foram registrados 23 indivíduos de nove espécies de répteis. Sendo que sete foram encontrados atropelados na BR-470 (três cobras-d'água da espécie *Liophis miliaris* e uma *Helicops carinicaudus*; dois lagartos *Tupinambis merianae* e uma dormideira *Sibynomorphus neuwiedi*) e três em estradas secundarias na AII (um *T. merianae*, uma *L. miliaris* e uma *H. carinicaudus*). Três exemplares do lagarto *T. Merianae* foram avistados na AID (um deles atravessando a BR-470) e um exemplar do cágado *Phrynops hilarii* foi observado sobre rochas no leito do rio Itajaí-Açu, na AII. O lagarto *Enyalius iheringii* foi o único réptil capturado em *pitfall*. As *funil-trap* não capturaram serpentes, é possível que as condições climáticas (tempo chuvoso) em ambas as campanhas tenham influenciado negativamente essa metodologia.

Entre as espécies registradas, duas são espécies exóticas. O tigre-d'água *T. dorbigni* é nativo do sul do Rio Grande do Sul e Uruguai, sendo seus exemplares comercializados como animal de estimação e com frequência soltos quando atingem maior tamanho. O exemplar encontrado estava em uma área circundada por lavouras de arroz, indicando que a espécie pode estar ocupando os diversos canais e áreas alagadas junto aos arrozais. A lagartixa *H. Mabouia* é originária da África, mas já está plenamente estabelecida na maior parte do território brasileiro. Junto ao indivíduo encontrado haviam dezenas de ovos da espécie. O cágado *P. Hilarii* tem o rio Itajaí como limite norte de distribuição, ocorrendo apenas nas áreas baixas da vertente atlântica de Santa Catarina e dessa área para o sul (a espécie é mais comum e com área de ocorrência mais ampla no Rio Grande do Sul e Uruguai). Apenas a coral *M. corallinus* é peçonhenta.

Com os dados obtidos foi possível construir a curva do coletor (Figura 5.233).

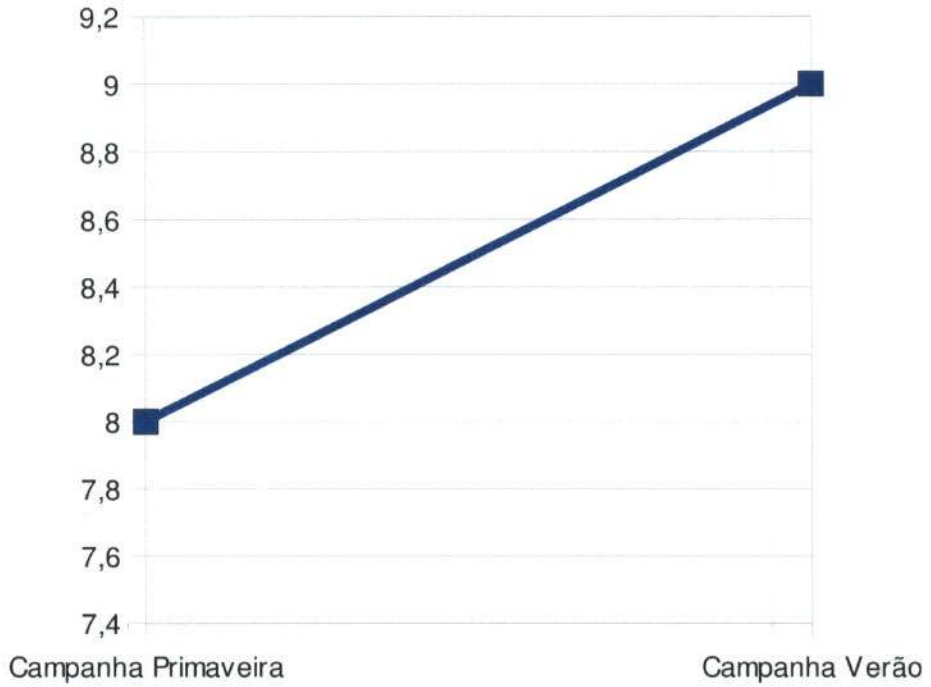


Figura 5.233 - Curva Acumulada de Espécies ou Curva do Coletor obtida com os registros das campanhas de primavera e verão da herpetofauna silvestre na AID da rodovia BR-470.

Figura 5.234 - Cobra coral - *Micrurus corallinus* atropelada na BR-470 (Gaspar).

Figura 5.235 - Cobra Falsa-coral (*Oxyrhopus clathratus)* atropelada na BR-470.

Figura 5.236 - Cobra dormideira (*Sibynomorphus neuwiedi*) atropelada na BR-470.

Figura 5.237 - Exemplar de tigre-d'água (*Trachemys dorbigni*) atropelado na BR-470.

5.2.3.4.4 Ordenamento taxonômico das espécies

A sistemática de répteis vem sofrendo diversas alterações. O ordenamento taxonômico das espécies aqui apresentado segue Bérnils (2009).

TABELA 5.49 - LISTA DAS ESPÉCIES DE RÉPTEIS REGISTRADAS PARA A BR-470 (1 – ATROPELADO; 2 – AVISTADO; 3 – PITFALL; 4 FUNIL-TRAP; 5 – DADO SECUNDÁRIO)

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME VERNÁCULO	COORDENADAS DOS REGISTROS	REGISTRO
Emydidae			
*Trachemys dorbigni**	tigre d'água	26º53'09.2"S/48º52'55.2"W	1;5
Chelidae			
Hydromedusa tectifera	cágado-pescoço-de-cobra		5
Phrynops hilarii	cágado-de-barbichas		
Alligatoridae			
Caiman latirostris	jacaré-do-papo-amarelo		5
Amphisbaenidae			
Amphisbaena hogei	cobra-cega		

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME VERNÁCULO	COORDENADAS DOS REGISTROS	REGISTRO
Amphisbaena mertensi	cobra-cega		5
Leposternon microcephalum	cobra-cega		
Leiosauridae			
Enyalius iheringii	iguaninha	26º50'20.6"S/49º01'17.2"W	3;5
Urostrophus vautierii	iguaninha		
Gekkonidae			
Hemidactylus mabouia	lagartixa	26º52'20.6"S/49º02'17.2"W	2;5
Anguidae			
Ophiodes striatus	cobra-de-vidro		5
Teiidae			
Tupinambis merianae	teiú	26º51'41.4"S/49º04'12.6"W 26º55'02.6"S/49º16'55.3"W 26º57'01.3"S/49º18'02.2""W 26º52'46.3"S/48º50'30.6"W 26º50'44.1"S/48º47'50.2"W 26º50'13"S/48º45'43"W	1;5
Gymnophthalmidae			
Colobodactylus taunayi	lagartinho		5
Ecpleopus gaudichaudii	lagartinho		
Placosoma cordylinum	lagartinho		
Placosoma glabellum	lagartinho		
Scincidae			
Mabuya dorsivittata	lagartinho		5
Viperidae			
Bothrops jararaca	jararaca		5
Bothrops jararacussu	jararacuçu		
Elapidae			
Micrurus corallinus	cobra-coral	26º56'43.4S/49º20'15.0"W 26º52'37.6"S/49º10'41.8"W 26º50'20.1"S/48º46'06.9"W	1;5
Colubridae			
Chironius bicarinatus	cobra-cipó		5
Chironius exoletus	cobra-cipó		
Chironius foveatus	cobra-cipó		
Chironius laevicollis	cobra-cipó		
Spilotes pullatus	caninana		
Dipsadidae			
Caaeteboia amarali	cobra		5
Clelia plumbea	mussurana		5

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME VERNÁCULO	COORDENADAS DOS REGISTROS	REGISTRO
Dipsas albifrons	dormideira		5
Dipsas alternans	dormideira		5
Dipsas indica	dormideira		5
Echinanthera amoena	cobra		5
Echinanthera cyanopleura	cobra		5
Echinanthera undulata	cobra		5
Elapomorphus quinquelineatus	cobra		5
Helicops carinicaudus	cobra-d'água	26º51'13.4"S/48º48'25"W 26º48'55"S/49º01'23.8"W	1;5
Imantodes cenchoa	dormideira		
Liophis miliaris	cobra-d'água	26º53'36.5"S/48º54'33.2"W	
		26º50'03.6"S/48º44'55.3"W 26º56'57.3"S/49º17'52.7"W 26º56'58.4"S/49º18'49.5"W 26º50'14.4"S/49º00'31.4"W	1;5
Oxyrhopus clathratus	falsa-coral	26º53'09.2"S/48º59'37.2"W 26º50'20.6"S/48º45'58.0"W	1;5
Philodryas aestiva	cobra-verde		
Pseudoboa haasi	mussurana		
Sibynomorphus neuwiedi	dormideira	26º50'15.9"S/48º46'16.8´´W 26º53'05.3"S/48º59'40.1"W	1;5
Siphlophis pulcher	cobra		5
Sordellina punctata	cobra-d'água		5
Taeniophallus affinis	cobra		5
Taeniophallus bilineatus	cobra		5
Taeniophalus persimilis	cobra		5
Thamnodynastes cf. nattereri	cobra-espada		5
Thamnodynastes hypoconia	cobra-espada		5
Tropidodryas serra	jiboinha		5
Tropidodryas striaticeps	jiboinha		5
Uromacerina ricardinii	cobra-cipó		5
Xenodon neuwiedii	jararaquinha		5

5.2.3.4.5 Descrição do impacto

No que se refere à fauna de répteis, o incremento de fluxo de trânsito e a instalação de obstáculos (muro divisor de pistas), além do aumento da distância

para atravessar a BR-470, deverá aumentar significativamente o atropelamento, principalmente de serpentes e lagartos.

5.2.3.4.6 Medidas Mitigadoras

A instalação de passa-faunas visando a mitigação de animais de maior porte (principalmente mamíferos) não servem para os répteis, pois pelas características dessas espécies em preferir o asfalto quente (principalmente no inverno) acabam atravessando a rodovia e fatalmente sendo atropelados. No que se refere à fauna de répteis, aconselha-se o monitoramento da fauna atropelada para a continuidade do acúmulo de conhecimento sobre esse tipo de animal e priorizar, onde for possível, a substituição da mureta central por valas revegetadas.

5.2.3.5 Avifauna

5.2.3.5.1 Introdução

Estudos a longo prazo da avifauna em uma determinada área, como os de análise ambiental, juntamente com o atual conhecimento sobre as exigências fenológicas de muitas famílias avifaunísticas, são suficientes para selecionar e utilizar determinadas espécies de aves como indicadores das condições ambientais (GONZAGA, 1986; BEGE e MARTERER, 1991; MACHADO, 1996; ROSÁRIO, 1996, 2004; SICK, 1997). Famílias de aves que compõem os grupos de topo de cadeia alimentar, como os *Accipitridae* (gaviões e afins), e os de maior plasticidade ecológica, como os *Tyrannidae* de borda de florestas (bem-te-vis e afins), corroboram para a aplicação de técnicas de manejo ambiental em função de pesquisas da biologia e ecologia dessas aves (TUBELIS, 1998; AZEVEDO *et al.*, 2003 e AZEVEDO e DI-BERNARDO, 2005).

Oren (2000) acrescenta ainda que os chamados "elementos especiais" ou "espécies de atenção conservacionista" são espécies que necessitam de maior proteção, pois se tratam de espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção. As espécies migratórias e indicadoras biológicas de habitat íntegro também compõem o grupo dos elementos especiais, fornecendo importantes subsídios para estudos de impactos ambientais e programas ambientais.

Esses elementos especiais podem apresentar um alto grau de vulnerabilidade. Esse fato é comprovado pelo número cada vez maior de espécies que são incluídas em listas e livros vermelhos de espécies ameaçadas de extinção, como as apresentadas no Brasil por Di-Bernardo *et al.* (2003), Bérnils *et al.* (2004), Sigrist (2006) e Machado *et al.* (2008).

A detecção dos elementos de interesse para a conservação da avifauna silvestre nas áreas de influência do projeto de duplicação da rodovia BR-470, em especial na AID, certamente refletiu em estratégias de conservação da biodiversidade desse grupo faunístico.

A análise da amostragem do recenseamento da avifauna silvestre nessa AID foi corroborada pela utilização de espécies indicadoras da qualidade ambiental apontadas pela aplicação do método de levantamento quantitativo, de forma a permitir a compreensão sistêmica dos processos ecológicos, imprescindíveis para obtenção de uma visão criteriosa dessa área. A partir dessa compreensão, utilizando-se as aves como ferramenta para análise ambiental, foram identificadas as implicações ecológicas resultantes do prognóstico de duplicação e da operação do empreendimento, em virtude dos impactos potencialmente negativos sobre a riqueza de espécies da fauna silvestre de aves e suas interações com o meio e outras formas de vida, de modo a minimizar os danos ambientais e implementar estratégias para sua proteção.

5.2.3.5.2 Metodologia

a) Amostragem da avifauna

A metodologia utilizada para amostragem da avifauna foi a que segue:

- número de pontos: em cada estação foram monitorados cinco pontos distantes 200 metros entre si. Esses pontos iniciam na borda do remanescente florestal e se estendem, a cada 200 metros, perpendicular à BR-470. Pela dificuldade geográfica desses remanescentes (a maioria das estações são morros com inclinação acentuada), não é possível estender os pontos por mais do que 300 metros da BR-470. Portanto, são 15 pontos amostrais ao longo da AID por campanha;

- tempo de permanência: cada ponto foi monitorado por 10 minutos;
- horários: como o horário é importante para a observação de aves, os pontos foram sorteados e monitorados nos horários do amanhecer (das 06:00 às 10:00 horas) e do entardecer (das 16:00 às 18:00 horas). Para as aves de hábito noturno as atividades eram feitas a partir do crepúsculo 17:30 às até 20:00 horas.

O estudo da avifauna abrangeu os habitats preferenciais que englobam as áreas de influência do projeto de duplicação da rodovia BR-470, no subtrecho Navegantes – Indaial, objetivando fazer uma análise geral dessa paisagem ecológica.

Para a amostragem da avifauna silvestre nas áreas de influência foram utilizados os levantamentos dos dados primários (levantamento qualitativo - observação direta) e os dados secundários.

Para a amostragem do recenseamento da avifauna silvestre, especificamente na AID do projeto de duplicação da BR-470, foram aplicados os métodos de levantamentos qualitativo (observação direta) e quantitativo (Recenseamento através da Frequência de Ocorrência – Índice de Linsdale), de acordo com a sazonalidade.

A riqueza de espécies (número de espécies) das áreas de influência foi obtida através dos dados primários (levantamento de campo) e dos dados secundários.

Para essa etapa do diagnóstico avifaunístico foram utilizados dados primários obtidos pela equipe pesquisadora em outros estudos ambientais realizados como: Monitoramento da Fauna Terrestre e Aquática da Ampliação do Complexo Hidroenergético Palmeiras/Cedros, município de Rio dos Cedros (1998-1999); EIA-RIMA para a elaboração de licenciamento ambiental de PCHs às margens do rio Itajaí-Açu, nos municípios de Indaial e Apiúna (2006) e Monitoramento da Fauna na FLONA de Ibirama (2006-2007).

Outro destaque foi a colaboração de membros dessa equipe em uma das etapas do trabalho de anilhamento com as aves silvestres no Parque Botânico do Morro do Baú, com aplicação do método de captura-marcação e recaptura, com rede de neblina (*mist-nets*), para subsidiar a dissertação de mestrado, cujos os resultados estão compilados em Marterer (1996).

Os habitats preferenciais foram selecionados tendo como base aqueles amostrados nesse estudo que integram os dados secundários obtidos nas áreas de influência do referido projeto e os apontados pelo levantamento do uso e ocupação do solo determinados pelo Diagnóstico da Flora e Vegetação exclusivamente para a AID dessa rodovia. Assim os habitats preferenciais são: Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (FODTB); Floresta Ombrófila Densa Submontana (FODSm); Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM); Floresta Ripária (FR); Vegetação de Sarandizal (Vsa); banhado antropizado (Ba); rizicultura irrigada (Riz); vegetação ruderal (Vr); pastagem artificial (Pa), áreas urbanizadas (Au) e aquático fluvial (Flu). Observa-se que entre parênteses estão os respectivos acrônimos estabelecidos para definir cada habitat preferencial selecionado.

No Anexo 13.8 as espécies de aves silvestres identificadas pelo levantamento preliminar nas áreas de influência do projeto de duplicação da rodovia BR-470, no subtrecho Navegantes – Indaial, estão distribuídas conforme o habitat preferencial.

b) Levantamento dos dados secundários nas áreas de influência da BR-470

Os dados secundários estão incluídos principalmente para subsidiar os elementos especiais de interesse para a conservação, de forma a compor o levantamento qualitativo nos estudos da avifauna nas áreas de influência da rodovia BR-470.

Em termos de estudos e pesquisas ornitológicos, o Vale do Itajaí apresenta uma concentração destacada no cenário em Santa Catarina. Assim, os autores que integram os dados secundários obtidos nas áreas de influência do projeto citado são: (**1**) Zimmermann (1989); (**2**) Zimmermann (1995); (**3**) Marterer (1996); (**4**) Borchardt-Júnior *et al.* (2004a); (**5**) Borchardt-Júnior *et al.* (2004b); (**6**) Krieck *et al.* (2004); (**7**) Brandt *et al.* (2004); (**8**) Ghizoni-Júnior e Silva (2006); (**9**) Piacentini *et al.* (2006) e (**10**) Rupp *et al.* (2008).

O número em negrito, que está entre parênteses e precedido do nome dos autores, indica a publicação a qual a espécie de aves está registrada. Essa numeração permite diferenciar as espécies registradas pelos respectivos autores por habitat preferencial relacionadas no Anexo 13.8.

Na Tabela a seguir estão reunidas as espécies de aves registradas por Marterer (1996), em seu extensivo estudo com a comunidade avifaunística no Parque Botânico Morro do Baú, as quais sofreram alteração na sistemática científica por ter tido como base Sick (1993), quando comparadas a utilizada por esse estudo (CBRO, 2008).

TABELA 5.50 - SINONÍMIA CIENTÍFICA DAS ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS POR MARTERER (1996) COM BASE EM SICK (1993), EM COMPARAÇÃO A DESSE ESTUDO (CBRO, 2008)

SICK (1993)	CBRO (2008)
Leucopternis lacernulata	*Leucopternis lacernulatus*
Leucopternis polionota	*Leucopternis polionotus*
Buteo leucorrhous	*Percnohierax leucorrhous*
Columba plumbea	*Patagioenas plumbea*
Otus cholyba	*Megascops cholyba*
Chaetura andrei	*Chaetura meridionalis*
Melanotrochilus fuscus	*Florisuga fusca*
Chlorostilbon aureoventris	*Chlorostilbon lucidus*
Baillonius bailloni	*Pteroglossus bailloni*
Todirostrum plumbeiceps	*Poecilotriccus plumbeiceps*
Machetornis rixosus	*Machetornis rixosa*
Carpornis cucullatus	*Carpornis cucullata*
Carduelis magellanicus	*Carduelis magellanica*
Euphonia musica	*Euphonia cyanocephala*

c) Levantamento de campo dos dados primários na AID da rodovia BR-470

O levantamento de campo dos dados primários teve como respaldo técnico-científico a aplicação dos métodos de levantamentos qualitativo (observação direta) e quantitativo (Recenseamento através da Frequência de Ocorrência – Índice de Linsdale).

A escolha desses dois métodos baseia-se no fato de que contribuem de forma decisiva para uma análise detalhada da avifauna na área de estudo, como aspectos fenológicos, distribuição por habitat preferencial e comprovação da eficiência amostral através da Curva Acumulada de Espécies (Curva do Coletor). Somada a grande experiência da equipe pesquisadora na realização de outros estudos ornitológicos nas áreas de influência da rodovia BR-470.

A amostragem do recenseamento da avifauna foi concentrada nos habitats preferenciais da AID da BR-470, a fim de identificar a avifauna associada, sendo obtida com a realização das saídas de campo em conformidade com as estações do ano (sazonalidade).

Para a identificação das espécies de aves, quando necessária, foram utilizadas bibliografias especializadas, como os manuais de Rosário (1996; 2004), Sick (1997) e Sigrist (2006), e os guias de campo de Dunning (1987), Narosky e Yzurieta (2003) e Sigrist (2007), somada ainda a experiência da equipe pesquisadora.

Os elementos especiais de interesse para a conservação (espécies raras, alvo de conflitos – pressão de apanha, captura, caça, perseguição –, 'status' de conservação e espécies migratórias e de habitats íntegros) foram identificados conforme Rosário (1996; 2004), Sick (1997), Di-Bernardo *et al.* (2003), Bérnils *et al.* (2004), Sigrist (2006) e Machado *et al.* (2008), sendo que a determinação do grau de endemismo foi com base em Cracraft (1985), Sick (1997), Cordeiro (2003), Antunes (2007) e nos autores selecionados para os dados secundários.

A ordem taxonômica e a nomenclatura científica foram baseadas no Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2008). A sistemática científica utilizada por Marterer (1996) foi com base em Sick (1993), sendo que as espécies de aves silvestres que sofreram alteração em comparação a utilizada nesse estudo CBRO (2008) estão relacionados na Tabela 5.50.

A nomenclatura vernácula está de acordo com Rosário (1996), a exceção são os nomes chibante e sabiá-de-óculos baseados em Borchardt-Júnior *et al.* (2004) e saí-canário, conforme Ghizoni-Júnior e Silva (2006), pois se tratam dos primeiros registros dessas espécies para o Estado de Santa Catarina. No Anexo 13.8 e na Tabela 5.52 esses autores aparecem diferenciados pelos números **5** e **8** em negrito e sobrescrito, após o nome vernáculo dessas espécies, respectivamente.

No Anexo 13.8 as famílias avifaunísticas estão distribuídas por hábito, conforme pode ser conferido pelo acrônimo que está entre parênteses após o nome da família. Assim **Mc** para ave marinha costeira, **Aq** para ave aquática, **Li** para ave limícola e **Ct** para ave continental. Ainda no Anexo 13.8 as espécies migratórias estão assinaladas pelo acrônimo **Em**.

d) Recenseamento da avifauna na AID da rodovia BR-470

A aplicação dos levantamentos qualitativo e quantitativo da avifauna consiste em caminhadas pelos habitats preferenciais da área de estudo, munida de binóculo (Tasco 8X21mm) e microgravador Panasonic FP, objetivando identificar as espécies vistas e/ou ouvidas (vocalização) na AID da rodovia BR-470.

A gravação permite registrar as vocalizações desconhecidas pela equipe pesquisadora, para que posteriormente sejam comparadas com material sonoro disponível (STRANECK e CARRIZO, 1990a, b, c; VIELLIARD, 1995a, b) e dessa forma proceder a correta identificação da espécie.

Os horários para fazer os estudos da avifauna corresponderam principalmente ao período de maior atividade, principalmente pela manhã, como alimentação, reprodução (duetos, arena de exibição "lek" - cerimônias pré-nupciais -, acasalamento, busca de material para construção de ninho) e limpeza de plumagem. Tais atividades proporcionam intensas movimentações das aves pelo ambiente, fato que colabora para aumentar as chances de registro das espécies pela pesquisadora, sobremaneira para aquelas menos conspícuas. Nesse sentido, para as aves florestais de hábito diurno o horário foi intensificado do amanhecer até às 10:00 ou 11:00 horas. No entanto, para as aves de ambientes abertos, como aquático fluvial, banhado antropizado, rizicultura irrigada, pastagem artificial e áreas urbanizadas, o período de observação independe da faixa de horário. Para as aves de hábito noturno as atividades iniciaram a partir do crepúsculo em diante.

e) Método de levantamento qualitativo (observação direta)

O método de levantamento qualitativo corresponde à adoção do método de maior flexibilidade metodológica usado em amostragens faunísticas numa determinada área, a observação direta.

O levantamento qualitativo tem como característica principal sua ampla flexibilidade de amostragem, pois não se restringe a aspectos como:

- sistematização da contagem de espécies e/ou do número de indivíduos (abundância e densidade);
- áreas definidas por tempo limitado;

– horários de maior atividade biológica (alimentação, limpeza, nidificação).

Esse último critério está relacionado a maior movimentação de aves em seus habitats, pois, dessa forma, influência diretamente no aumento da percepção da equipe de pesquisa, principalmente para as espécies inconspícuas.

A observação direta inclui registros através da visualização das espécies e de seus vestígios (penas, ossos, ninhos singulares e abertura de cavidades) e da audição de suas emissões sonoras (vocalização e música instrumental).

Esse método tradicional de levantamento qualitativo consiste na equipe percorrer os diversos ambientes da área de estudo nos mais variados horários, principalmente no período de maior atividade das aves, munida de equipamentos como binóculo e microgravador, de modo a identificar a fauna silvestre de aves associada aos habitats e indicadora da qualidade ambiental.

A metodologia da observação direta é muito utilizada na elaboração de diagnósticos ambientais em um período limitado de tempo, pois através de uma equipe altamente qualificada, premissa base para um levantamento bem sucedido, permite identificar espécies indicadoras da qualidade ambiental, identificar e priorizar áreas para conservação, aplicar técnicas de manejo ambientais e proceder a trabalhos de levantamentos de maior duração, como levantamentos quantitativos (inventários florísticos e faunísticos, monitoramentos etc.).

f) Levantamento quantitativo (Frequência Observada)

Para o recenseamento da avifauna silvestre nos habitats preferenciais na AID da rodovia BR-470 foi aplicado o método relativo, especificamente o Índice de Linsdale através da Frequência de Ocorrência (FO).

De acordo com Bugalho (1974), o método relativo tem como principal finalidade permitir o confronto entre as grandezas de duas populações, sem que seja necessário conhecer o seu valor real. Complementa, afirmando que fornece ainda um valor que de algum modo se relaciona com a densidade, mas que é expresso em relação a uma grandeza conhecida. O método relativo é utilizado,

normalmente, quando se pretende fazer a comparação entre duas populações, num mesmo habitat, de regiões diferentes ou em épocas diferentes.

A Frequência de Ocorrência de uma espécie foi obtida pela divisão do número de dias (ou por outra unidade de tempo conveniente) em que essa espécie foi vista, pelo número total de dias de observação, sendo esse valor expresso em porcentagem. No caso desse estudo, a unidade amostral foi o habitat de preferência, ou seja, a Frequência de Ocorrência foi obtida pela divisão do número de visitas ao habitat preferencial em que a espécie **i** foi observada pelo número total de visitas aos habitats selecionados.

$$FO = (Nshi/Ntsh).100$$

Onde:

- *FO* = Frequência de Ocorrência;
- *Nshi* = número de visitas ao habitat preferencial em que a espécie **i** foi observada;
- *Ntsh* = número total de visitas aos habitats selecionados.

Para o cálculo da Frequência de Ocorrência foram utilizados os dados coletados durante as saídas de campo nos habitats selecionados, sendo que o recenseamento da avifauna foi concentrado no habitat preferencial para cada espécie.

Cabe ressaltar que os registros sonoros (vocalização e música instrumental) foram computados pelo levantamento quantitativo somente quando for possível definir se os mesmos foram emitidos dentro do ambiente de origem pesquisado naquele momento. Assim sendo, todas as vocalizações à distância foram desconsideradas.

g) Classes de abundância

A comunidade avifaunística foi ainda expressa por classes de abundância, conforme a Frequência de Ocorrência por visita ao habitat preferencial.

h) Curva Acumulada de Espécie (Curva do Coletor)

A demonstração gráfica da eficiência amostral do método de recenseamento da avifauna silvestre na AID da rodovia BR-470 foi estabelecida através da Curva Acumulada de Espécies (Curva do Coletor), obtida com o registro de novas espécies a cada visita ao habitat preferencial.

Como a fenologia da avifauna obedece às mudanças sazonais, as saídas de campo para a realização da amostragem para o recenseamento da avifauna silvestre foi em concordância com a sazonalidade, isso é, de acordo com as estações do ano.

5.2.3.5.3 Resultados e discussão

A paisagem ecológica que domina a região do Vale do Itajaí-Açu, onde se localiza o trecho em estudo, é composta por um mosaico ambiental, onde se alternam ambientes naturais terrestres e fluviais com ambientes alterados.

É a partir dessa condição ambiental que determina-se a ocorrência de uma avifauna diversa e composta por espécies de habitats terrestre e aquático. No entanto, o grau de antropização dos ambientes, assim como da AID da BR-470, tem favorecido a expansão de espécies oportunistas e de caráter sinantrópico. Espécies sinantrópicas são animais que vivem próximos às ocupações humanas e têm sua ocorrência beneficiada pela expansão de atividades antropogênicas (agricultura, pecuária etc.), tanto em áreas urbanas como em áreas rurais.

O levantamento preliminar das espécies de aves silvestres identificadas nas áreas de influência do projeto de duplicação da BR-470, no subtrecho Navegantes – Indaial; resultante dos dados primários e secundários, registrou uma riqueza de espécies (número de espécies) de 241 espécies de aves, reunidas em 21 Ordens, 56 Famílias e 11 Subfamílias.

No entanto, o levantamento quantitativo (recenseamento) totaliza 117 espécies de aves silvestres, conforme relacionadas no Anexo 13.8. A representação gráfica dessa riqueza está demonstrada através da Curva do Coletor, a qual é ilustrada pela Figura 5.238.

Figura 5.238 - Curva do coletor

As 241 espécies de aves silvestres estão apresentadas, no Anexo 13.8, por habitat preferencial por registro de autores dos dados secundários, sendo que a composição dessas 241 espécies de aves está reunida na Tabela 5.51.

A ocorrência ou não de determinados elementos especiais da avifauna associada a seus habitats preferenciais, como os indicadores biológicos – permite inferir o grau de conservação desses habitats. Quanto mais exigente for uma espécie pelas condições de vida mais as perturbações ambientais poderão influenciar na sua abundância e densidade dessas populações de aves.

Os habitats preferenciais identificados nas áreas de influência do projeto de duplicação da rodovia BR-470 foram classificados de acordo com suas características ambientais: florestal (Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (FODTB), Floresta Ombrófila Densa Submontana (FODSm) e Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM)) e aberto (aquático fluvial (Flu) e alterado antropizado: banhado antropizado (Ba), rizicultura irrigada (Riz), vegetação ruderal (Vr) e pastagem artificial (Pa); e áreas urbanizadas (Au)).

As tipologias florestal da Floresta Ripária (FR) e semi-florestal da Vegetação de Sarandizal (Sva) (incluindo as ilhas rochosas cobertas por essa formação vegetacional) foram enquadradas na unidade fisionômica da Vegetação Ripária.

A composição das 241 espécies de aves obtida pelo diagnóstico avifaunístico, através da compilação dos dados primários e secundários, está sintetizada na Tabela 5.51.

TABELA 5.51 - COMPOSIÇÃO DAS ESPÉCIES DE AVES POR HABITAT PREFERENCIAL IDENTIFICADAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PROJETO DE DUPLICAÇÃO DA RODOVIA BR-470, SUBTRECHO NAVEGANTES – ENTR. SC-418 (P/ RODEIO)

HABITAT PREFERNECIAL	Nº DE ESPÉCIES DE AVES
FODTB	36
FODSm	178
FODM	27
FR	60
Vsa	23
Flu	19
Ba	17
Riz	22
Pa	12
Vr	28
Au	49
TOTAL GERAL	**241***

*obs.: Como algumas espécie ocorrem em mais de um habitat o total geral (241 espécies) não é a soma de todas as aves da coluna.

a) Ambiente florestal

Esse habitat está representado pelas tipologias Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (FODTB); Floresta Ombrófila Densa Submontana (FODSm) e Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM).

A existência de espécies de aves florestais serve como indicador de que a respectiva biocenose (conjunto de comunidades vegetais e animais) continua relativamente intacta. Esse fator foi observado principalmente no habitat da FODSm, por outro lado, no habitat da FODTB a diversidade de aves foi comprometida pela

ocupação humana e fragmentação ambiental, embora apresente uma avifauna comum ao habitat da FODSm.

A presença das áreas protegidas do Parque Natural Municipal Nascentes do Garcia e do Parque Botânico Morro do Baú, bem como do Parque Nacional (Parna) do Itajaí é considerável. Assim, essas passam a ser áreas estratégicas por estabelecer importantes pontos para irradiação e (re)colonização da biodiversidade da flora e fauna nativas, sobretudo para a avifauna nas áreas de influência do projeto de duplicação da rodovia BR-470.

Na Tabela 5.51, a composição das espécies de aves, obtida pelo diagnóstico avifaunístico para os habitats preferenciais do ambiente florestal, através da compilação dos dados primários e secundários, está sintetizada.

Nesse estudo a contribuição para a diversidade avifaunística dos ambientes florestais em grande parte é atribuída aos esforços realizados pelos autores utilizados como base para obtenção dos dados secundários. No Anexo 13.8 estão relacionadas as espécies registradas por cada autor, assim como na Tabela 5.52, cujas espécies de aves com grau de endemismo são apresentadas.

i. Interação entre espécies de aves e plantas

Nos habitats preferenciais da FODTB e FODSm são registrados elementos florísticos que produzem importantes fontes de alimento para a avifauna, tendo como síndromes a polizoofilia (polinização por animais) e/ou a zoocoria (dispersão por animais).

A ornitocoria é a dispersão dos frutos feita por aves, cujas sementes são disseminadas nos ambientes através das fezes, regurgitação ou ainda pela queda acidental da semente no solo ou sobre galhos nas árvores.

Entre os representantes vegetais ornitocóricos com ocorrência nos habitats florestais são destaques: tanheiro (*Alchornea triplinervia*), licurana (*Hyeronima alchorneoides*), palmiteiro (*Euterpe edulis*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), embaúba (*Cecropia glaziovii*), mangue-formiga (*Clusia parviflora*), jacatirão-açu (*Miconia cinnamomifolia*), grandiúva (*Trema micrantha*), aroeira-vermelha (*Schinus*

terebinthifolius), capororocas (*Myrsine spp.*), figueiras (*Ficus spp.*), guamirins (*Myrcia spp.*) e canelas (*Nectandra* spp, *Ocotea spp.*).

Outras formas de vida também foram observadas, cuja polinização e/ou dispersão são feitas por aves como: *Araceae*, *Bromeliaceae*, *Cactaceae*, *Marantaceae*, *Orchidacea* e *Piperaceae*.

A guilda trófica frugívora é geralmente a com maior número de representantes nas florestas tropicais, pela disponibilização de numerosas plantas que são forrageadas pela avifauna silvestre.

ii. Avifauna do habitat da FODTB

Esta tipologia florestal foi em grande parte fragmentada e substituída por pastagens artificiais, plantios agrícolas e silvicultura de essência arbórea exótica (*Eucalyptus*). Esses fatores foram relevantes para que a avifauna florestal original sofresse afugentamento brando, ou seja, se deslocasse para áreas similares próximas, devido à perda de habitat.

Várias das espécies de aves amostradas no habitat preferencial da FODSm ocorrem na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, por isso o baixo número de espécies relacionadas tipicamente para esta formação florestal na área de estudo (vide Tabelas 5.51 e 5.52 e Anexo 13.8). Entre as espécies comuns são exemplos gavião-de-rabo-curto (*Buteo brachyurus*), saracura-do-mato (*Aramides saracura*), tico-tico (*Zonotrichia capensis*), mariquita (*Parula pityaiumi*) e pia-cobra (*Geothlypis aequinoctialis*). As demais com ocorrência para esse habitat podem ser conferidas no Anexo 13.8.

Entre as espécies típicas de borda de floresta estão: bem-te-vi-pequeno (*Myiozetetes similis*), tié-preto (*Tachyphonus coronatus*), saí-azul (*Dacnis cayana*) e gaturamo-verdadeiro (*Euphonia violacea*) (Anexo 13.8).

Entre as espécies migratórias amostradas estão: gavião-tesoura (*Elanoides forficatus*, andorinhão-do-temporal (*Chaetura meridionalis*), bem-te-vi (*Pintangus sulphuratus*), suiriri (*Tyrannus melanchloichus*), tesourinha (*Tyrannus savana*), juruviara *(Vireo olivaceus*), andorinha-pequena-de-casa (*Pygochelidon cyanoleuca*),

andorinha-doméstica-grande (*Progne chalybea*), andorinha-serradora (*Stelgidopteryx ruficollis*) e sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*).

Na alínea "d" do item 5.2.3.5.4 Espécies de interesse conservacionista, referente às espécies migratórias, há informações sobre o período de migração das espécies migratórias no Estado e no Anexo 13.8 essas aparecem diferenciadas pelo acrônimo **Em**.

Ghizoni-Júnior e Silva (2006) fizeram o primeiro registro de saí-canário (*Thlypopsis*) para o Estado de Santa Catarina. Os indivíduos foram observados nos dias 8 e 20 de agosto de 2005, na ponta da Divinéia (26º53'41"S e 48º39'38"W), no município de Navegantes às margens do rio Itajaí-Açu, situado do lado oposto do porto de Itajaí. O registro foi em ambiente de floresta de planície quaternária, entremeada com campos de pastagem alterada pela presença constante e intensiva de gado. Os autores concluem que, aparentemente a espécie está em processo de ampliação de sua área de distribuição, em consequência da degradação e fragmentação de seu habitat.

iii. Avifauna do habitat preferencial da FODSm

A estratificação bem definida e várias formas de vida possibilitaram o expressivo grau de conservação desse habitat, em função da presença principalmente da área protegida do Parque Botânico Morro do Baú e do Parna do Itajaí.

A maior diversidade de espécies de aves silvestres está contida na tipologia florestal da Floresta Ombrófila Densa Submontana; fato corroborado pelo total obtido por esse estudo como 178 espécies (vide Tabelas 5.51 a 5.52 e Anexo 13.8).

São exemplos dessa expressiva biodiversidade de aves e indicadora desse habitat preferencial: inambuguaçu (*Crypturellus oboletus*), alma-de-gato (*Piaya cayana*), surucuá-variado (*Trogon surrucura*), beija-flor-de-fronte-violeta (*Thalurania glaucopis*), estrelinha (*Calliphlox amethystina*), choquinha-lisa (*Dysithamnus mentalis*), papa-taoca (*Pyriglena leucoptera*), joão-teneném (*Synallaxis spixi*), arapaçu-verde (*Sittasomus griseicapillus*), patinho (*Platyrinchus mystaceus*), corocochó (*Carpornis cucullatus*), tangará (*Chiroxiphia caudata*), saíra-de-sete-cores

(*Tangara seledon*), saíra-militar (*Tangara cyanocephala*), pula-pula (*Basileuterus culicivorus*) e gaturamo-verdadeiro (*Euphonia violacea*). As demais espécies registradas pela equipe de pesquisa estão relacionadas na Tabela 5.52 e Anexo 13.8.

As espécies típicas de borda de floresta registradas são: bem-te-vi (*Pintangus sulphuratus*), bem-te-vi-pequeno (*Myiozetetes similis*), tié-preto (*Tachyphonus coronatus*), sanhaçu-cinzento (*Thraupis sayaca*), sanhaçu-do-coqueiro (*Thraupis palmarum*), saí-azul (*Dacnis cayana*) e gaturamo-verdadeiro (*Euphonia violacea*).

Destaque para o gavião-pombo (*Leucopternis lacernulatus*), ameaçado de extinção, na categoria Vulnerável e para o patinho-gigante (*Platyrinchus leucoryphus*) registrados por Marterer (1996) no Parque Botânico Morro do Baú. Essas espécies estão diferenciadas pelo número 3 no Anexo 13.8.

Entre outros registros importantes feitos pela equipe pesquisadora estão: jaó-do-litoral (*Crypturellus noctivagus*), inambu-xintã (*Crypturellus tataupa*), uru (*Ondonthophorus capueira*), pomba-amargosa (*Patagioenas plumbea*), cuiú-ciuú (*Pionopsitta pileata*), beija-flor-papo-de-fogo (*Clytolaema rubricauda*), juruva (*Baryphthengus ruficapillus*), galinha-do-mato (*Formicarius colma*), tovacuçu (*Grallaria varia*), supi-de-cabeça-cinza (*Mionectes rufiventris*), capitão-de-saíra (*Attila rufus*), araponga (*Procnias nudicollis*), tangarazinha (*Ilicura militaris*), saíra-largata (*Tangara demaresti*), saíra-preciosa (*Tangara peruviana*) e pula-pula-ribeirinho (*Phaeothlypis rivularis*).

Entre as rapineiras destaque para gavião-pombo-grande (*Leucopternis polionotus*), gavião-de-sobre-branco (*Percnohierax leucorrhous*), gavião-caburé (*Micrastur ruficollis*), gavião-relógio (*Micrastur semitorquatus*), murucututu (*Pulsatrix perspicillata*) e caburé-miúdo (*Glaucidium minutissimum*) (vide Tabelas 5.51 e 5.52 e Anexo 13.8).

O sabiá-cica (*Triclaria malachitacea*), beija-flor-grande-da-mata (*Ramphodon naevius*), pica-pau-de-banda-branca (*Dryocopus lineatus*) e o papa-formiga-de-gruta (*Myrmeciza squamosa*) foram verificados por Brandt *et al.* (2004)[7] no habitat preferencial da FODSm. Também nesse habitat foi registrada, por Piacentini *et al.* (2006)[9], a murucututu-pequena (*Pulsatrix koeniswaldiana*) (Tabela 5.52 e Anexo 13.8).

As espécies migratórias gavião-tesoura (*Elanoides forficatus*), andorinhão-do-temporal (*Chaetura meridionalis*), bem-te-vi (*Pintangus sulphuratus*), bem-tevi-rajado (*Myiodynastes maculutaus*), suiriri (*Tyrannus melancholicus*), tesourinha (*Tyrannus savana*), juruviara (*Vireo olivaceus*) e sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*) igualmente foram registradas nesse habitat preferencial (Anexo 13.8).

iv. Avifauna do habitat da FODM

Entre os destaques apontados por Borchardt-Júnior *et al.* (2004)[4] para o habitat preferencial da Floresta Ombrófila Densa Montana estão: caburé-miúdo (*Glaucidium minutissimum*), beija-flor-de-topete (*Stephanoxis lalandi*), macuru (*Nonnula rubecula*), choquinha (*Mymotherula unicolor*) e arapaçu-de-bico-torto (*Campylorhamphus falcularius*) (vide Tabela 5.52 e Anexo 13.8).

Borchardt-Júnior *et al.* (2004)[5] fizeram os primeiros registros de chibante (*Laniisoma elegans*) e sabiá-de-óculos (*Catharus ustulatus*) para o Estado de Santa Catarina, no Parque Natural Municipal Nascentes do Garcia, sul de Blumenau, na região conhecida como Mono (Anexo 13.8).

O chibante é um endemismo notável da Floresta Atlântica (Tabela 5.52) e o sabiá-de-óculos é um visitante do norte (vide alínea "d" do item 5.2.3.5.4 Espécies de interesse conservacionista, referente às espécies migratórias).

b) Levantamento dos dados secundários nas áreas de influência da BR-470

Para a avifauna analisada, a Vegetação Ripária é importante, em virtude de estar caracterizada por uma zona ecológica, sendo representada por distintas faixas de formações vegetacionais, a Floresta Ripária (FR) e a Vegetação de Sarandizal (Vsa), ao longo das margens do rio Itajaí-Açu.

O ecossistema florestal da Floresta Ripária na AID da BR-470 é encontrado ainda nas maiores ilhas fluviais, com destaque para as ilhas das Cotias, Knaesel e Zimlich. De porte arbustivo, a Vsa está presente também nas ilhas rochosas menores e em partes das margens fluviais e nas margens dessas ilhas.

Outra importância para avifauna denota do fato da zona ecológica constituir-se num corredor ecológico. Dessa forma, possibilita a conectividade entre os habitats

preferenciais da Floresta Ripária e da Vegetação de Sarandizal com o ambiente aquático de influência fluvial.

Essa conectividade entre os habitats preferenciais da Floresta Ripária e da Vegetação de Sarandizal (deslocamento vertical), com o ambiente aquático de influência fluvial (deslocamento horizontal), garante a dinâmica das populações de aves, essencial para permitir as trocas gênicas (variação genética).

Ressalta-se que a ocupação do espaço para construção de áreas urbanizadas, estradas secundárias e usos agrícolas transformou-se para determinadas espécies de aves em barreira física ao fragmentar a conectividade dos habitats preferenciais dessa zona ecológica.

O uso da terra ao longo das margens do rio Itajaí-Açu na AID da rodovia BR-470 sem critérios de uso e de ocupação, contribuíram demasiadamente para a redução de área da Vegetação Ripária.

i. Habitat preferencial da Vsa e avifauna desse habitat preferencial

O habitat preferencial da Vegetação de Sarandizal, presente nas margens e nas pequenas ilhas rochosas, frequentemente sujeito a periódicas enchentes, apresenta uma fisionomia arbustiva, onde ocorre o predomínio das espécies vegetais *Phyllanthus sellowianus*, *Sebastiana schottiana* e *Calliandra selloi*.

Apresentando-se de forma esparsa o grande destaque florístico da Vsa é o endemismo do rio Itajaí-Açu, *Raulinoa echinata*. Os frutos apresentam síndrome de dispersão zoocórica, além da hidrocoria (dispersão por água). Estudos da biologia da conservação da espécie têm demonstrados formas alternativas de conservação dessa mirtácea, como a reprodução vegetativa por estaquia para restauração ambiental em trechos do rio Itajaí-Açu conhecidos pela ocorrência da espécie.

Nesse habitat preferencial foram registradas espécies de aves como: gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*), carrapateiro (*Milvago chimachima*), pichororé (*Synallaxis ruficapilla*), bem-te-vis (*Pitangus sulphuratus*), sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*), andorinha-pequena-de-casa (*Pygochelidon cyanoleuca*), andorinha-serradora (*Stelgidopteryx ruficollis*), corruía (*Troglodytes aedon*), cambacica (*Coereba*

flaveola), sanhaçu-cinzento (*Thraupis sayaca*), tico-tico (*Zonotrichia capensis*) e pia-cobra (*Geothlypis aequinoctialis*).

As espécies suiriris (*Tyrannus melancholicus*) e tesourinhas (*Tyrannus savana*) são facilmente observadas nas copas de árvores nos quintais e jardins, bem como em fios elétricos. Andorinhões-do-temporal (*Chaetura meridionalis*) e andorinhas-domésticas-grandes (*Progne chalybea*), costumam sobrevoar em bandos nas áreas urbanizadas (vide alínea "d" do item 5.2.3.5.4 Espécies de interesse conservacionista, referente às espécies migratórias).

Para Zimmermann (1994), as pequenas ilhas rochosas do rio Itajaí-Açu, localizadas no trecho do município de Blumenau, são usadas como locais de pernoite para as espécies de aves residentes. Zimmermann (1992) registrou cerca de 8.000 indivíduos de andorinha-doméstica-grande (*Progne chalybea*) que durante o período de migração também fazem dessas ilhas locais de dormitório.

ii. Habitat preferencial da FR e avifauna desse habitat preferencial

O ambiente de fisionomia florestal da AID da rodovia BR-470 está representado pela Floresta Ripária (Floresta Ombrófila Densa), onde predomina a vegetação secundária em estádio avançado de regeneração natural.

A FR ocupa a interface do meio aquático do habitat faunístico fluvial com o habitat faunístico da Vegetação de Sarandizal na AID citada.

O ecossistema florestal da Floresta Ripária é encontrado ainda nas maiores ilhas fluviais, com destaque para a ilha Zimlich em Indaial.

A redução de área da Floresta Ripária está relacionada ao uso da terra sem critérios de uso e de ocupação, conforme descrito anteriormente, ainda assim importantes remanescentes estão presentes na área de estudo.

Uma análise da composição e estruturas florísticas da FR evidencia que a cobertura vegetal sofreu diferentes tipos de uso, seja para retirada de lenha, de espécies comestíveis (palmiteiro *Euterpe edulis*), ornamentais (bromélias, orquídeas, bananas-caetés), corte seletivo de espécies madeiráveis ou supressão da vegetação.

Essa simplificação da cobertura vegetal da Floresta Ripária, aliada aos conflitos da pressão de caça e apanha, influencia diretamente na diversidade da

avifauna, pois restringe a oferta de nichos ecológicos (grandes árvores para locais de nidificação e abrigo) e guildas tróficas (dieta alimentar). Ainda assim foram registrados alguns remanescentes florísticos que produzem importantes fontes de alimento para a avifauna, tendo como síndromes de polizoofilia (polinização por animais) e/ou zoocoria (dispersão por animais). Entre as espécies vegetais registradas na AID, que apresentam essas características estão: bacopari (*Reedia gardneriana*), palmiteiro (*Euterpe edulis*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), embaúba (*Cecropia glazioui*), tanheiros (*Alchornea triplinervia* e *Alchornea iricurana*), licurana (*Hyeronima alchorneoides*), guamirim (*Myrcia glabra*), figueira-branca (*Ficus insipida*), maria-mole (*Guapira opposita*), canelas (*Nectandra* spp).

Outras formas de vida também foram observadas, as quais também são polinizadas e/ou dispersadas por esse grupo faunístico como as *Araceae*, *Bromeliaceae*, *Cactaceae*, *Orchidacea* e *Piperaceae*.

A avifauna indicadora de habitat faunístico florestal da Floresta Ripária, registrada na AID da BR-470, teve como representantes: gavião-de-rabo-curto (*Buteo brachyurus*), saracura-do-mato (*Aramides saracura*), tiriva (*Pyrrhura frontalis*), tuim (*Forpus xanthopterygius*), periquito-verde (*Brotogeris tirica*), maitaca (*Pionus maximiliani*), alma-de-gato (*Piaya cayana*), beija-flor rabo-branco-garganta-rajada (*Phaethornis eurynome*), beija-flor-de-fronte-violeta (*Thalurania glaucopis*), surucuá-variado (*Trogon surrucura*), tucano-de-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*), picapauzinho-verde-carijó (*Veniliornis spilogaster*), joão-teneném (*Synallaxis spixi*), bem-te-vi-rajado (*Myiodynastes maculutaus*), tangará *Chiroxiphia caudata*), gente-de-fora-vem (*Cyclarhis gujanensis*), sabiá-laranjeria (*Turdus rufiventris*), sabiá-coleira (*Turdus albicollis*), cambacica (*Coereba flaveola*), saíra-de-sete-cores (*Tangara seledon*), saíra-militar (*Tangara cyanocephala*) e pula-pula (*Basileuterus culicivorus*).

As seguintes espécies típicas de borda de florestas foram registradas: bem-te-vi (*Pintangus sulphuratus*), bem-te-vi-pequeno (*Myiozetetes similis*), tié-preto (*Tachyphonus coronatus*), sanhaçu-cinzento (*Thraupis sayaca*), sanhaçu-do-coqueiro (*Thraupis palmarum*), saí-azul (*Dacnis cayana*) e gaturamo-verdadeiro (*Euphonia violacea*.

Espécies migratórias como o suiriri (*Tyrannus melancholicus*) e a tesourinha (*Tyrannus savana*) também podem ser observadas no ambiente de borda do habitat florestal (vide alínea "d", referente às espécies migratórias, do item 5.2.3.5.4). As espécies migratórias gavião-tesoura (*Elanoides forficatus*) e andorinhão-do-temporal (*Chaetura meridionalis*) também forrageiam nesse habitat preferencial.

Os passeriformes bem-te-vi (*Pintangus sulphuratus*), bem-te-vi-rajado (*Myiodynastes maculutaus*), juruviara (*Vireo olivaceus*), sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*) também são migrantes, conforme pode ser conferido na alínea "d", no item 5.2.3.5.4.

Em estudos preliminares da ornitofauna realizado na mata de galeria do rio Itajaí-Açu, município de Blumenau, Zimmermann (1989) registrou a ocorrência de 108 espécies de aves, das quais são destaques: araquã (*Ortalis squamata*), gavião-bombachinha-grande (*Accipter bicolor*), tuim (*Forpus xanthopterygius*), coruja-orelhuda (*Rinoptynx clamator*), beija-flor-grande-da-mata (*Ramphodon naevius*), beija-flor-de-veste-preta (*Anthracothorax nigricollis*), beija-flor-de-papo-branco (*Leucochloris albicollis*), guaracava-de-barriga-amarela (*Elaenia flavogaster*) e anambé-branco-rabo-preto (*Tityra cayana*).

O destaque apontado em Zimmermann (1995) é a presença de um macho de saí-de-pernas-pretas (*Dacnis nigripes*), na Floresta Ripária do rio Itajaí-Açu, no centro da cidade de Blumenau, profundamente alterada, com introdução de espécies vegetais exóticas. Em outra ocasião o referido autor registrou um pequeno bando formado por três indivíduos de saís-de-pernas-pretas, dois machos e uma fêmea, forrageando frutos de uma figueira *Ficus sp.* na borda de uma Floresta Ripária secundária.

c) Ambiente aberto

Entre os ambientes abertos estão os ambientes alterados e de origem antropogênica. Assim os ambientes selecionados foram aquático fluvial (Flu) e alterado (antropizado: banhado antropizado (Ba), rizicultura irrigada (Riz), vegetação ruderal (Vr) e pastagem artificial (Pa); e áreas urbanizadas (Au)).

i. Avifauna do habitat preferencial aquático fluvial (Flu)

O ambiente aquático de influência fluvial apresenta características diferentes, sendo ora composto por trechos rochosos com corredeiras (lóticos), ora por áreas de remanso (lênticos) e ora por pequenas ilhas rochosas com Vegetação de Sarandizal.

Atividades antropogênicas como cultivos agrícolas até às margens do rio Itajaí-Açu, além da construção de casas ou ampliação de áreas aterradas para outras finalidades, bem como o despejo de lixo e de esgotos sanitários e de criação de animais domésticos têm gerado problemas de impactação como poluição e carreamento de sedimentos (assoreamento do rio) para esse habitat preferencial.

Mesmo diante do cenário observado para o meio aquático que tende a comprometer cada vez mais a diversidade biológica, a avifauna típica para o habitat preferencial fluvial foi registrada.

A ocorrência da avifauna na calha do rio está diretamente relacionada à diversidade de guilda trófica disponibilizada no trecho do rio Itajaí-Açu da AID da rodovia BR-470. Além dos recursos alimentares gerados por uma riqueza específica da ictiofauna, a presença de espécies da macrofauna bentônica, como moluscos bivalves (*Corbicula* - espécie exótica e *Eliptio cf.* - e o gastrópode *Pomacea*) e o crustáceo (*Macrobrachium carcinus*), constituem importantes fontes de alimento para aves de hábito aquático. Insetos aquáticos também são bastante apreciados pela a avifauna.

Nesse habitat faunístico foram registradas as aves aquáticas marreca-de-pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis*), socozinho (*Butorides striata*), garça-branca-grande (*Ardea alba*), garça-branca-pequena (*Egretta thula*) e carão (*Aramus guarauna*). Conchas vazias dos moluscos bivalve (*Corbicula*) e gastrópode (*Pomacea*) com marcas de predação por carão foram observadas na área de estudo.

A piscosidade da área de estudo influencia na ocorrência de espécies de aves da guilda piscívora, que apanham os peixes em diferentes formas de capturas e níveis de profundidades. Na categoria de piscívoras de águas rasas registradas no habitat fluvial estão o socozinho e a garça-branca-pequena.

Esses ardeídeos pescam realizando táticas de caminhar pelas áreas espraiadas ou ficam espreitando sobre rochas, onde executam voos rápidos e curtos

voltando ao pouso original, ou ainda adotando movimentos rápidos de pescoço (lança). A dieta alimentar dessa família incluí ainda invertebrados (vermes, larvas de insetos) e pequenos vertebrados (anfíbios e répteis). Nessa guilda podem ser incluídos os bem-te-vis (*Pitangus sulphuratus*), pois capturam pequenos peixes que se aproximam das rochas, que para tanto também realizam voos rápidos e curtos e voltam ao pouso de partida.

Já na categoria de mergulho simples foi registrada a ave aquática piscívora martim-pescador-grande (*Megaceryle torquata*), que necessita de pontos de espreita como galhos de árvores e arvoretas que ficam próximos à água para mergulhar e apanhar pequenos peixes.

Andorinhas-pequenas-de-casa (*Pygochelidon cyanoleuca*), espécie insetívora, foram observadas executando voos rasantes sobre o rio para capturar insetos aquáticos.

Zimmermann (1989) menciona a ocorrência das espécies aquáticas biguás (*Phalacrocorax brasilianus*) e savacus (*Nycticorax nycticorax*) para a mata de galeria do rio Itajaí-Açu, no município de Blumenau, e ressalta que essas podem ocorrer à montante e à jusante desse rio. Esse pesquisador registrou ainda o martim-pescador-verde (*Chloroceryle amazona*).

É frequente observar no rio Itajaí-Açu, junto à ponte do município de Navegantes, na BR-101, os gaivotões (*Larus dominicanus*), ave marinha costeira pertencente à guilda trófica piscívora-detritívora, que realiza mergulhos simples verticais para capturar peixes.

ii. Ambiente alterado

De um modo geral, as atividades antropogênicas resultam em ambientes alterados e degradados, quando realizadas de forma não sustentável. Pode ser incluída nesse contexto, principalmente as áreas urbanizadas com sua ocupação significativa nas áreas de influência do projeto de duplicação da rodovia BR-470.

A avifauna amostrada no ambiente alterado da área de estudo reflete, através dos indicadores biológicos, uma fauna de aves onde predominam espécies oportunistas e de caráter sinantrópico.

– Avifauna dos habitats preferenciais do ambiente antropizado

A expansão de áreas para formação de pastagens artificiais e áreas agrícolas tem contribuído para a colonização de espécies de aves típicas desses habitats, assim como o aumento exponencial da ocupação dos ambientes naturais pelo ser humano.

Áreas originalmente cobertas por vegetação natural foram substituídas por pastagens artificiais e áreas agrícolas como para cultivo de rizicultura irrigada, fato que permite a ocorrência de uma avifauna típica desses ambientes antropizados (Anexo 13.8).

A plasticidade ecológica de determinadas espécies de aves, reunidas nas mais diversas guildas tróficas, favorece sua ocorrência em diferentes habitats alterados. Assim, a avifauna dos seus habitats preferenciais é a que segue:

- banhado artificial (**Ba**): as áreas com banhado antropizado propiciam a ocorrência de espécies de aves típicas desse habitat como a marreca-de-pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis)*, maria-faceira (*Syrigma sibilatrix*), garça-branca-pequena (*Egretta thula*), caracará (*Caracara plancus*), carrapateiro (*Milvago chimachima*), quero-quero (*Vanellus chilensis*), bem-te-vi (*Pintagus sulphuratus*), corruíra (*Troglodytes musculus*) e pia-cobra (*Geothlypis aequinoctialis*);
- rizicultura irrigada (**Riz**): a avifauna indicadora desse habitat preferencial é composta principalmente por marreca-de-pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis*), arça-vaqueira (*Bubulcus ibis*), maria-faceira (*Syrigma sibilatrix*), garça-branca-grande (*Ardea alba*), garça-branca-pequena (*Egretta thula*), saracura-do-mato (*Aramides saracura*), quero-quero (*Vanellus chilensis*), rolinha-roxa (*Columbina talpacoti*), picuí (*Columbina picui*), asa-branca (*Patagioenas picazuro*), anu-preto (*Crotophaga ani*), anu-branco (*Guira guira*), joão-de-barro (*Furnarius rufus*), vira-bosta (*Molothrus bonariensis*) e polícia-inglesa (*Sturnella superciliaris*);
- vegetação ruderal (**Vr**): esse habitat é formado a partir de terrenos abandonados e está presente em muitos trechos das margens da rodovia BR-470. A tipologia vegetacional está representada por uma

vegetação de porte herbáceo-arbustivo, com indivíduos arbóreos isolados nativos e exóticos, que oferece muito pouco recurso alimentar para aves. As espécies usadas como indicadores biológicos refletem a baixa qualidade ambiental, onde predominam espécies generalistas. São exemplos dessa avifauna a rolinha-roxa (*Columbina talpacoti*), a corruíra (*Troglodytes musculus*), o tico-tico (*Zonotrichia capensis*), o canário-da-terra-verdadeiro (*Sicalis flaveola*), o tiziu (*Volatinia jacarina*), o coleirinho (*Sporophila caerulescens*), o vira-bosta (*Molothrus bonariensis*) e o bico-de-lacre (*Estrilda astrild*);

- pastagem artificial (**Pa**): entre a avifauna indicadora desse habitat preferencial estão a garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*), maria-faceira (*Syrigma sibilatrix*), urubu-comum (*Coragyps atratus*), quero-quero (*Vanellus chilensis*), rolinha-roxa (*Columbina talpacoti*), anu-preto (*Crotophaga ani*), anu-branco (*Guira guira*), pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), joão-de-barro (*Furnarius rufus*), suiriri-cavaleiro (*Machetornis rixosa*), canário-da-terra-verdadeiro (*Sicalis flaveola*), tiziu (*Volatinia jacarina*), coleirinho (*Sporophila caerulescens*), vira-bosta (*Molothrus bonariensis*), polícia-inglesa (*Sturnella superciliaris*) e bico-de-lacre (*Estrilda astrild*). As aves de rapina caracará (*Caracara plancus*), carrapateiro (*Milvago chimachima*), chimango (*Milvago chimango*), quiriquiri (*Falco sparverius*) também foram amostradas nas pastagens em busca de alimento.

As demais espécies que exploram os recursos naturais nos banhados artificiais, nas riziculturas irrigadas, nas vegetações ruderais e nas pastagens artificiais estão relacionadas no Anexo 13.8.

– Avifauna do habitat preferencial das áreas urbanizadas (Au)

No Brasil numerosas espécies de aves vivem tanto no ambiente urbano como no rural, ou seja, vivem junto às áreas residenciais. São as chamadas espécies sinantrópicas, pois são beneficiadas pela presença do ser humano e suas atividades.

Na área de estudo, a avifauna indicadora desse habitat preferencial está representada pelas espécies mais características sendo: rolinha-roxa (*Columbina talpacoti*), pombo-doméstico (*Columba livia*), andorinhão-de-coleira (*Streptoprocne zonaris*), beija-flor-preto-de-rabo-branco (*Florisuga fusca*), joão-de-barro (*Furnarius rufus*), corruíra (*Troglodytes musculus*), sanhaçu-cinzento (*Thraupis sayaca*), sanhaçu-do-coqueiro (*Thraupis palmarum*), canário-da-terra-verdadeiro (*Sicalis flaveola*), pardal (*Passer domesticus*) (Anexo 13.8).

As aves de rapina gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*), gavião-de-rabo-curto (*Buteo brachyurus*), caracará (*Caracara plancus*) e carrapateiro (*Milvago chimachima*) também foram registradas nas áreas urbanizadas, assim como os urubus (*Cathartes aura*) e (*Coragyps atratus*) (Anexo 13.8).

É comum observar sobrevoando as cidades as espécies migratórias gavião-tesoura (*Elanoides forficatus*) e andorinhão-do-temporal (*Chaetura meridionalis*). Também são observados as espécies Suiriri (Tyrannus melanchloichus), tesourinha (*Tyrannus savana*), andorinha-doméstica-grande (*Progne chalybea*), andorinha-serradora (*Stelgidopteryx ruficollis*) e sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*).

Completam as espécies migratórias o bem-te-vi (*Pintangus sulphuratus*) e a andorinha-pequena-de-casa (*Pygochelidon cyanoleuca*), cuja existência de populações flutuantes permite que parte realize migração para a região Norte do Brasil, e outra permaneça na área de estudo ao longo do ano.

Na alínea "d", espécies migratórias, do item 5.2.3.5.4 Espécies de interesse conservacionista, há informações sobre o período de migração das espécies migratórias no Estado e no Anexo 13.8 essas aparecem diferenciadas pelo acrônimo **Em**.

O destaque apontado em Zimmermann (1995) é a presença de um casal de saí-de-pernas-pretas (*Dacnis nigripes*), forrageando frutos de tanheiro (*Alchornea ilicurana*) no Campus I da Universidade Regional de Blumenau.

5.2.3.5.4 Espécies de interesse conservacionista

Fator relevante para estudos das aves silvestres das áreas de influência do projeto de duplicação da rodovia BR-470, além dos indicadores biológicos que

expressam a qualidade ambiental dos habitats faunísticos, é a identificação de outros elementos especiais de interesse para a conservação, como espécies endêmicas, raras, ameaçadas de extinção e migratórias.

O diagnóstico da avifauna nas áreas de influência do projeto de duplicação da BR-470 identificou vários desses elementos especiais da fauna de aves, sendo ainda somados aqueles resultantes dos dados secundários de: (**1**) Zimmermann (1989); (**2**) Zimmermann (1995); (**3**) Marterer (1996); (**4**) Borchardt-Júnior *et al.* (2004); (**5**) Borchardt-Júnior *et al.* (2004); (**6**) Krieck *et al.* (2004); (**7**) Brandt *et al.* (2004); (**8**) Ghizoni-Júnior e Silva (2006); (**9**) Piacentini *et al.* (2006) e (**10**) Rupp *et al.* (2008).

No Anexo 13.8 e na Tabela 5.52 os elementos especiais estão diferenciados pelo número em negrito da publicação desses respectivos autores, bem como os registros feitos pela pesquisadora.

a) Grau de endemismo

O Brasil reúne várias espécies endêmicas e "quase" endêmicas de aves, o que não poderia ser diferente, visto que está entre os países com maior número de espécies com 1.677 (SICK, 1997). Desse total, Santa Catarina reúne 599 espécies, sendo 596 apontadas em Rosário (1996) e mais três novos registros efetuados por Borchardt-Júnior *et al.* (2004) e Ghizoni-Júnior e Silva (2006).

O grau de endemismo é dado em relação a uma série de fatores de ordem ecológica, como habitat e distribuição geográfica restrita. Sick (1997) ressalta que para as aves prevalece a fisionomia do habitat.

Cracraft (1985) sugere várias áreas biogeográficas para a América do Sul, das quais, para a porção sul, os centros de evolução são: Centro de Endemismo da Serra do Mar e Centro de Endemismo do Paraná. Por extrapolação a área de estudo está inserida no Centro de Endemismo da Serra do Mar.

Para Cordeiro (2003), a conservação da Mata Atlântica é considerada prioritária principalmente devido à alta riqueza de espécies, aliada a significativos níveis de endemismo e ao elevado grau de fragmentação de seus ambientes. Esse autor observa que compilações recentes (STOTZ *et al.*, 1996; SICK, 1997) assinalam

682 espécies de aves registradas para a Mata Atlântica e, segundo Brooks *et al.* (1999), 207 espécies são consideradas restritas ao Bioma Mata Atlântica.

Antunes (2007) reforça que a Mata Atlântica está atualmente reduzida a cerca de 10% de sua cobertura original e a maioria dos remanescentes são fragmentos pequenos e alterados (HARRIS e PIMM, 2004). Devido a essa redução drástica da cobertura florestal e ao elevado número de espécies endêmicas de aves (190 espécies de acordo com PACHECO e BAUER, 2000) é surpreendente que extinções globais não tenham sido registradas em sua avifauna, ao menos entre as espécies conhecidas pela Ciência (DEAN, 1997; PIMM, 2000; ALEIXO, 2001).

Mesmo havendo divergência no número de espécies de aves endêmicas para o Bioma Mata Atlântica, a sua representação é notável.

Com base em Cracraft (1985), Sick (1997), Cordeiro (2003) e Antunes (2007) foram registradas 81 espécies na área de estudo com grau de endemismo destacado, são exemplos: araquã (*Ortalis guttata*), beija-flor-preto-de-rabo-branco (*Florisuga fusca*), tié-preto (*Tachyphonus coronatus*) e saíra-de-sete-cores (*Tangara seledon*).

Dentre as espécies registradas por Marterer (1996) são destaques o gavião-pombo (*Leucopternis lacernulatus*), o patinho-gigante (*Platyrinchus leucoryphus*) e a araponga *(Procnias nudicollis*). Na Tabela 5.52 estão listadas as outras espécies registradas por essa autora e que apresentam grau de endemismo.

Zimmermann (1995) registrou o saí-de-pernas-pretas (*Dacnis nigripes*) também considerado com grau de endemismo para área de estudo.

O chibante (*Laniisoma elegans*) é uma espécie endêmica da Floresta Atlântica, sendo o primeiro registro dessa espécie realizado por Borchardt-Júnior *et al.* (2004) no Parque Natural Municipal Nascentes do Garcia, no sul de Blumenau, na região conhecida como Mono (vide Tabela 5.52 e Anexo 13.8). O gavião-pombo (*Leucopternis lacernulatus*), o chupa-dente-de-máscara (*Conophaga melanops*) e o capitão-de-saíra (*Attila rufus*) são endemismos importantes do Brasil oriental. As demais espécies podem ser conferidas na Tabela 5.52.

Para Sick (1997), as formações vegetacionais características das diversas regiões fisiográficas do Brasil meridional, oriental e central e suas respectivas avifaunas estendem-se até o Uruguai, Argentina, Paraguai e Bolívia oriental. Desse

modo, o Brasil "perde" muitas espécies, endemismos da região neotrópica, e que "quase" seriam apenas do Brasil, por ocorrerem também nesses países vizinhos.

Para Narosky e Yzurieta (2003), o tucano-de-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*) e o tangará (*Chiroxiphia caudata*) estão entre os representantes mais característicos da Selva Paranaense, que se distribui por Misiones e Nordeste de Corrientes, na Argentina.

b) Espécie rara

Espécies raras podem ser oriundas de duas maneiras: (1) por apresentar populações de aves, que possuem número naturalmente baixo de indivíduos e (2) por se tornarem raras em função de algum fator antrópico.

Dentre os fatores antropogênicos, que levaram ao declínio das populações de aves silvestres, estão a caça (atua de forma seletiva nas espécies capturadas para alimentação – cinegéticas); a estimação (xerimbabos); o cativeiro (pássaros canoros); a ornamentação (beleza, artefatos ósseos e córneos - bico (ranfoteca), arte plumária); e, numa maior magnitude, a fragmentação e a destruição dos habitats naturais (atingem todas as formas de vida num determinado ecossistema).

Conforme o grau de perseguição sofrido pela espécie-alvo, seja pela raridade natural ou pela induzida por atividades antropogênicas, isso pode ameaçar a sua sobrevivência e conduzir à extinção, local ou globalmente.

A diminuição desses fatores sobre a fauna de aves das áreas de influência do projeto de duplicação da BR-470 está progressivamente relacionada a maior conscientização da população no tocante à conservação dos recursos naturais; a intensificação dos órgãos ambientais fiscalizadores e, principalmente, a presença de áreas protegidas como o Parque Natural Municipal Nascentes do Garcia, o Parque Botânico Morro do Baú e o Parna do Itajaí.

i. Espécies raras

Entre as espécies raras registradas na área de influência da BR-470 estão: sabiá-cica (*Triclaria malachitacea*), estrelinha (*Calliphlox amethystina*), pica-pau-de-banda-branca (*Dryocopus lineatus*), trepador-coleira (*Anabazenops fuscus*), patinho-

gigante (*Platyrinchus leucoryphus*), tangarazinha (*Ilicura militaris*), chibante (*Laniisoma elegans*), sabiá-de-óculos (*Catharus ustulatus*) e saí-canário (*Thlypopsis sordida*).

ii. Espécies de valor cinegético (alimentação)

Entre as espécies de valor cinegético registradas na área de influência em estudo estão: inambuguaçu (*Crypturellus oboletus*), jaó-do-litoral (*Crypturellus noctivagus*), inambu-xintã (*Crypturellus tataupa*), araquã (*Ortalis guttata*) e asa-branca (*Patagioenas picazuro*).

iii. Espécies de estimação (Xerimbabo)

Entre as espécies de estimação registradas na área de influência em questão estão: tiriva (*Pyrrhura frontalis*), tuim (*Forpus xanthopterygius*), periquito-verde (*Brotogeris tirica*) e maitaca (*Pionus maximiliani*).

iv. Ornamentação (bico e plumagem)

Entre as espécies de ornamentação registradas na área de influência em estudo estão: tucano-de-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*), saíra-de-sete-cores (*Tangara seledon*) e saíra-militar (*Tangara cyanocephala*).

v. Pássaros canoros (cativeiro)

Estão entre as espécies de pássaros canoros observadas na área de influência da BR-470 em estudo: araponga (*Procnias nudicollis*), tangará (*Chiroxiphia caudata*), sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*) e gaturamo-verdadeiro (*Euphonia violacea*).

c) Espécie ameaçada de extinção

O gavião-pombo (Leucopternis lacernulatus) registrado por Marterer (1996), no Parque Botânico Morro do Baú, está enquadrado na categoria de ameaça em perigo (En) para o Estado do Paraná e vulnerável para o Brasil (MACHADO, 2008).

d) Espécie migratória

Várias espécies de aves migram para Santa Catarina, a fim de cumprir alguma etapa de sua fenologia (alimentação, ciclo biológico) e podem ser facilmente observadas nas áreas de influência do projeto de duplicação da rodovia BR-470 durante o respectivo período migratório. Esse é desencadeado a partir da influência da chegada das estações de outono e primavera, na região sul do Brasil. No Anexo 13.8 as espécies migratórias estão assinaladas pelo acrônimo **Em**.

O diagnóstico da avifauna identificou as espécies continentais como o gavião-tesoura (*Elanoides forficatus*), andorinhão-do-temporal (*Chaetura meridionalis*) e a andorinha-doméstica-grande (*Progne chalybea*), que migram da região Norte (região setentrional; hemisfério Norte) para a região Sul, chegando a partir de setembro (primavera) em Santa Catarina, permanecendo até o verão (Anexo 13.8).

O bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) apresenta flutuação de população. Consta em Sick (1997), que esse Tyrannidae emigra das regiões altas (mais frias) do sul (como o norte do Rio Grande do Sul). Suas migrações são mais evidentes na Argentina. Em Santa Catarina (janeiro) foi apanhado um indivíduo anilhado em Santiago del Estero, Argentina, 1.330 km ao oeste. Ocorre do Texas, onde nidifica, à Argentina e em todo Brasil.

A tesourinha (*Tyrannus savana*) e o suiriri (*Tyrannus melancholicus*) migram no inverno para regiões mais quentes da região setentrional, retornando à área de estudo na primavera. A tesourinha é considerada por Sick (1997) como espécie residente migratória (Anexo 13.8).

Espécies como o bem-te-vi-rajado (*Myiodynastes maculatus*) e a juruviara (*Vireo olivaceus*), apresentam migração ampla e estão presentes nas Áreas de Influência, principalmente na primavera e verão (Anexo 13.8).

As andorinhas-de-testa-branca (*Tachycineta leucorrhoa*), apresentam-se amplamente distribuída no sudeste e centro da América do Sul. As populações mais meridionais, incluindo as que ocorrem em Santa Catarina empreendem movimentos migratórios durante o inverno austral, chegando ao sul da Amazônia (Anexo 13.8).

Embora a andorinha-pequena-de-casa (*Pygochelidon cyanoleuca*) seja uma espécie residente, aparentemente há flutuações na sua população, havendo um

considerável aumento no número de indivíduos durante o verão austral. Essa flutuação populacional pode ser confirmada por ser uma das espécies de andorinhas meridionais procedentes do sul que migram para além do Equador. Essa espécie migra para a América Central, em parte até a Nicarágua e o México (Anexo 13.8).

A andorinha-serradora (*Stelgidopetryx ruficollis*), mesmo apresentando uma distribuição geográfica ampla pelas Américas, realiza migrações durante o inverno austral para a região norte do Brasil. Esse fato é comprovado com as populações da subespécie do sul (*ruficollis*), que inclui os indivíduos que ocorrem em Santa Catarina (Anexo 13.8).

Entre as aves residentes que no outono emigram em grande número do sul (sul do Brasil e países adjacentes meridionais para o norte), aparecendo então em grande quantidade, o sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*) (Anexo 13.8).

O sabiá-de-óculos (*Catharus ustulatus*) é um visitante do norte, sendo o primeiro registro dessa espécie realizado por Borchardt-Júnior *et al.* (2004), no Parque Natural Municipal Nascentes do Garcia, no sul de Blumenau, na região conhecida como Mono (Anexo 13.8).

e) Indicadores biológicos de habitats íntegros

O nível de intervenção humana na área de estudo, constatado pelas tipologias vegetacionais e sua fauna de aves associada, apontou que as espécies de habitats conservados estão restritas às áreas onde a vegetação apresenta-se bastante conservada, como as encostas da Floresta Atlântica e fragmentos de Florestas de Terras Baixas.

Dentre as espécies identificadas pelo diagnóstico, características de ambientes em bom estado de conservação estão: inambuguaçu (Crypturellus oboletus), jaó-do-litoral (Crypturellus noctivagus), inambu-xintã (Crypturellus tataupa), araquã (Ortalis guttata), gavião-pombo (Leucopternis lacernulatus), gavião-pombo-grande (Leucopternis polionotus), gavião-caburé (Mycrastur ruficollis), gavião-relógio (Mycrastur semitorquatus), pomba-amargosa (Patagioenas plumbea), surucuá-variado (Trogon surrucura), tucano-de-bico-preto (Ramphastos vitellinus), papa-taoca (Pyriglena leucoptera), chupa-dente-de-máscara (Conopophaga melanops), patinho

(Platyrinchus mystaceus), patinho-gigante (Platyrinchus leucoryphus), araponga (Procnias nudicollis), tangará (Chiroxiphia caudata), juruviara (Vireo olivaceus), tié-do-mato (Habia rubica), saíra-de-sete-cores (Tangara seledon) e saíra-militar (Tangara cyanocephala) (Anexo 13.8).

TABELA 5.52 - LISTA DAS ESPÉCIES DE AVES COM GRAU DE ENDEMISMO DESTACADO IDENTIFICADAS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PROJETO DE DUPLICAÇÃO DA BR-470. NOMENCLATURA CIENTÍFICA E ORDEM TAXONÔMICA SEGUEM CBRO (2008) E NOMENCLATURA VERNÁCULA ROSÁRIO (1996) E BORCHARDT-JÚNIOR *ET AL.* (2004)[5]

NOMENCLATURA CIENTÍFICA	NOMENCLATURA VERNÁCULA	DADOS SECUNDÁRIOS
Ortalis guttata	Araquã	
Odontophorus capueira	Uru	3
Leucopternis lacernulatus	Gavião-pombo	3
Leucopternis polionotus	Gavião-pombo-grande	3
Aramides saracura	Saracura-do-mato	
Pyrrhura frontalis	Tiriva	
Brotogerus tirica	Periquito-verde	
Pionopsitta pileata	Cuiú-cuiú	3
Triclaria malachitacea	Sabiá-cica	7
Pulsatrix koeniswadiana	Mururucututu-pequena	9
Ramphodon naevius	Beija-flor-grande-da-mata	1,7
Phaethornis eurynome	Beija-flor-garganta-rajada	3
Florisuga fusca	Beija-flor-preto-de-rabo-branco	3
Stephonoxis lalandi	Beija-flor-de-topete	4
Leucochloris albicollis	Beija-flor-de-papo-branco	1
Clytolaema rubricauda	Beija-flor-papo-de-fogo	3
Trogon surrucura	Surucuá-variado	
Malacoptila striata	João-barbudo	3
Ramphastos dicolorus	Tucano-de-bico-verde	
Pteroglossus bailloni	Araçari-banana	3
Picumnus cirratus	Pica-pau-anão-de-coleira	3
Melanerpes flavifrons	Benedito	
Venilliornis spilogaster	Picapauzinho-verde-carijó	
Hypoedaleus guttatus	Chocão-carijó	
Batara cinerea	Matracão	3
Dysithamnus stictothorax	Choquinha-de-peito-pintado	4,7

NOMENCLATURA CIENTÍFICA	NOMENCLATURA VERNÁCULA	DADOS SECUNDÁRIOS
Dysithamnus mentalis	Choquinha-lisa	
Myrmotherula gularis	Choquinha-garganta-pintada	
Myrmotherula unicolor	Choquinha	4,7
Herpsilochmus rufimarginatus	Asa-vermelha	7
Pyriglena leucoptera	Papa-taoca	
Myrmeciza squamosa	Papa-formiga-de-gruta	7
Conopophaga lineata	Chupa-dente	3
Conopophaga melanops	Chupa-dente-de-máscara	
Grallaria varia	Tovacuçu	3
Scytalopus spelucae	Tapaculu-preto	3
Formicarius colma	Galinha-do-mato	3
Sclerurus scansor	Vira-folha	7
Dendrocolaptes platyrostris	Arapaçu-grande	3
Lepidocolaptes squamatus	Arapaçu-escamoso	3
Lepidocolaptes falcinellus	Arapaçu-rajado	3
Synallaxis ruficapilla	Pichororé	3
Anabacerthia amaurotis	Limpa-folha-miúda	3
Philydor lichtensteini	Limpa-folha-ocrácea	
Philydor atricapillus	Limpa-folha-coroada	
Philydor rufum	Limpa-folha-de-testa-baia	
Anabazenops fuscus	Trepador-coleira	4
Cichlocolaptes leucophrus	Trepador-sobrancelha	4
Automolus leucophthalmus	Barranqueiro-de-olho-branco	
Mionectes rufiventris	Supi-de-cabeça-cinza	3
Hemitriccus obsoletus	Catraca	4
Hemitriccus orbitatus	Tiririzinho-do-mato	7
Poecilotriccus plumbeiceps	Tororó	3
Todirostrum poliocephalum	Spit-spit	3
Platyrinchus leucoryphus	Patinho-gigante	3
Sirystes sibilator	Suiriri-assobiador	3
Attila rufus	Capitão-de-saíra	3
Carpornis cucullata	Corocochó	
Procnias nudicollis	Araponga	3
Ilicura militaris	Tangarazinha	3
Chiroxiphia caudata	Dançador	X
Schiffornis virescens	Flautim	3

NOMENCLATURA CIENTÍFICA	NOMENCLATURA VERNÁCULA	DADOS SECUNDÁRIOS
Laniisoma elegans	Chabante[5]	5
Pachyramphus castaneus	Caneleirinho	3
Turdus albicollis	Sabiá-coleira	
Orthogonys chloricterus	Sanhaçu-de-peito-amarelo	4,7
Tachyphonus coronatus	Tié-preto	
Ramphocelus bresilius	Tié-sangue	6
Thraupis cyanoptera	Sanhaçu-de-encontro-azul	3
Thraupis ornata	Sanhaçu-de-encontro	3
Tangara seledon	Saíra-de-sete-cores	
Tangara cyanocephala	Saíra--militar	
Tangara desmaresti	Saíra-lagarta	3
Tangara peruviana	Saíra-preciosa	3
Dacnis nigripes	Saí-de-pernas-pretas	2
Hemithraupis ruficapilla	Cabeciha-enferrujada	3
Haplospiza unicolor	Cigarra-bambu	3
Saltator fuliginosus	Bico-pimenta	4
Saltator similis	Trinca-ferro-verdadeiro	3
Phaeothlypis rivularis	Pula-pula-ribeirinho	3
Euphonia pectoralis	Ferro-velho	3

5.2.3.5.5 Considerações finais

Com uma paisagem ecológica variada, o diagnóstico da avifauna nas áreas de influência do projeto de duplicação da rodovia BR-470 foi concentrado nos habitats preferenciais, utilizando-se espécies indicadoras da qualidade ambiental, que para tanto foram obtidas através de dados primários e secundários.

O levantamento preliminar das espécies de aves silvestres identificadas nessa área de influência, resultante dos dados primários e secundários, registrou uma riqueza de espécies de 236 espécies de aves, reunidas em 21 Ordens, 55 Famílias e 11 Subfamílias.

A composição dessas 236 espécies de aves silvestres ficou distribuída da seguinte forma por habitat preferencial: 36 para FODTB; 178 para a FODSm, 26 para a FODM; 60 para a FR; 23 para a Vsa; 19 para o Flu; 17 para o Ba; 22 para a Riz; 28 para a Pa; 12 para a Vr e 49 espécies para as Au.

No aspecto geral, a paisagem ecológica da área de estudo revela uma significativa modificação ambiental em particular no habitat preferencial da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, onde esse ambiente natural foi substituído por pastagens artificiais, áreas agrícolas (rizicultura irrigada) e áreas urbanizadas. Na mesma situação ambiental está à Floresta Ripária que vem sofrendo perda, redução e fragmentação ambientais pelos diversos usos e ocupação do solo.

5.2.3.5.6 Descrição do Impacto

A implantação do projeto de duplicação para a rodovia BR-470 pode resultar em uma série de modificações ambientais, das quais tendem a conduzir as mais variadas implicações ecológicas sobre a biota local, que irá refletir diretamente nas comunidades de aves silvestres.

Numa escala de impactos potencialmente negativos resultante da implantação desse empreendimento estão a supressão da vegetação, fragmentação, perda e a redução de habitats faunísticos. Atropelamentos da avifauna são raros para a maioria das espécies registradas. As mais atropeladas são as aves que consomem carcaças como os gaviões (diversas espécies) e urubus (*Coragyps atratus)* e as de voos rasantes como os anus-branco (*Guira guira*).

5.2.3.5.7 Medidas Mitigadoras

O monitoramento das populações de aves da AID deve contribuir com o conhecimento do impacto causado pelo efeito de borda (fragmentação) ocasionado na fase de supressão de vegetação.

5.2.3.6 Mamíferos

5.2.3.6.1 Introdução

Os mamíferos estão entre os grupos zoológicos mais importantes em termos de impacto econômico, saúde pública e conservação biológica (VIVO, 1998), além de serem de grande importância na manutenção dos ecossistemas terrestres, pois possuem diferentes adaptações ecológicas. Há espécies que participam no

controle de pragas, na dispersão de sementes, polinização, além de exercerem um importante papel nas cadeias alimentares.

A notável diversidade de formas, funções morfológicas e hábitos alimentares das espécies de mamíferos, permite grande eficiência adaptativa aos mais variados nichos, mantendo-os em complexa relação de interdependência com o meio. Nesse sentido, muitos grupos são reconhecidos como importantes na regulação dos ecossistemas tropicais, como por exemplo os roedores e os marsupiais, notáveis dispersores de sementes que atuam nos processos de regeneração da paisagem, e os carnívoros que atuam no controle populacional desses (EISENBERG e REDFORD, 1999). Inúmeras espécies são úteis indicadores de distúrbios no habitat, dessas, algumas são especialmente sensíveis, sendo consideradas, portanto, excelentes modelos para estudos de diagnóstico ambiental (FENTON *et al.*, 1992; WILSON *et al.*, 1996).

Devido a uma relação de dependência com a floresta, a distribuição da fauna por sobre um dado território é reflexo das condições de sua cobertura vegetal. Portanto, é de se esperar que as comunidades faunísticas originais estejam sofrendo grandes processos de redefinição populacional, com a diminuição populacional de espécies mais exigentes, em termos de dimensão de áreas e diversidade vegetal, em detrimento daqueles elementos ecologicamente mais elásticos.

A intensa ação antrópica tem afetado diretamente as florestas, cujas áreas estão sendo cada vez mais restritas a núcleos que variam quanto ao seu grau de preservação. O desflorestamento de uma área acarreta na diminuição da variedade dos habitats, tornando-a homogênea. O número de espécies varia de acordo com a convivência das condições físicas, a heterogeneidade dos habitats e o isolamento dos centro de dispersão (RICKLEFS, 1996).

Os mamíferos desempenham um papel especial em áreas perturbadas e são considerados bons indicadores de degradação e distúrbio (D'ANDREA *et al.*, 1999). Manson *et al.* (1999), descreve que os pequenos mamíferos têm sido usados no estudo de efeito de fragmentação, relacionando a demografia e o comportamento desses.

Wilson (1996) afirma que os quirópteros são criticamente importantes nos sistemas naturais, mas são frequentemente negligenciados como parte do ecossistema neotropical. Segundo Heithaus *et al.* (1975), o aumento da diversidade de espécies da comunidade de mamíferos se deve ao grande número de espécies de morcegos.

Os impactos ecológicos causados pelas estradas têm sido considerados como um dos principais fatores responsáveis pela perda de biodiversidade no mundo (FEARNSIDE, 1989, 1990; SCHONEWALD-COX e BUECHNER, 1992; PÁDUA *et al.*, 1995; GOOSEM, 1997; FORMAN e ALEXANDER, 1998; TROMBULAK e FRISSELL, 2000), principalmente em razão da fragmentação de habitats naturais, incremento de borda em relação à área total dos remanescentes florestais e perda de fauna por atropelamento.

Vários trabalhos relatam a influência direta de rodovias na fauna silvestre. Esses foram desenvolvidos nas regiões sul (CÂNDIDO-JÚNIOR *et al.*, 2002; LIMA e OBARA, 2004; ROSA e MAUHS, 2004; CHEREM *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2007), sudeste (VALLADARES-PADUA *et al.*, 1995), central (VIEIRA, 1996; RODRIGUES *et al.*, 2002; SCOSS, 2002), norte (PEREIRA *et al.*, 2006; TURCI e BERNARDE, 2009) e nordeste (MAGINA *et al.*, 2007) do Brasil.

Particularmente, esse tipo de empreendimento é responsável pelo atropelamento de milhares de mamíferos de diversas espécies. Alguns, pelo seu porte, podem representar perigo para os motoristas.

5.2.3.6.2 Metodologia

a) Período de estudo

O inventário das espécies de mamíferos na área de influência do Projeto de Duplicação da BR-470 foram obtidos durante duas campanhas: a primeira em dezembro de 2009 (primavera) e a segunda entre fevereiro e março de 2010 (verão).

b) Métodos de coleta

Entre os mamíferos existem grandes variações de tamanho corpóreo, hábitos de vida e preferências de localidades. Por isso inventários de mamíferos requerem a utilização de várias metodologias para os diferentes grupos de espécies (Voss e Emmons, 1996).

As espécies foram registradas através de quatro técnicas de coleta de dados primários:

- censo de mamíferos atropelados na rodovia BR-470: ver item 5.2.3.7;
- armadilhas de interceptação e queda: ver descrição no item 5.2.1.2.2. As estações amostrais foram verificadas diariamente por um período de sete dias por campanha. Os animais capturados foram identificados, registrados e somente foram coletados mamíferos que suscitaram dúvidas quanto à classificação;
- vestígios e animais observados na área de influência do empreendimento: durante o esforço para obtenção dos registros de espécies atropeladas e verificação das armadilhas de intercepção e queda foram registradas, através de vestígios e observação direta, espécies de mamíferos na AID. As pegadas foram identificadas através da consulta em Becker e Dalponte (1991);
- instalação de *cam-traps* (armadilhas fotográficas) marca Tigrinus, com equipamento Sony: foi instalada uma máquina em cada estação (cinco no total).

Além da obtenção de dados primários citados acima, também foram listadas as espécies de mamíferos com distribuição nas áreas de influência do empreendimento obtidas através de levantamento em bibliografia e na Coleção Científica do Laboratório de Biologia Animal da Universidade Regional de Blumenau (Furb). Em ambos os levantamentos foram enfocadas espécies com ocorrência nos municípios de Navegantes, Ilhota, Gaspar, Blumenau, Indaial e Rodeio. Os trabalhos consultados foram: Cimardi (1996), Emmons e Feer (1997), Eisenberg e Redford (1999), Nowak (1999), Cherem *et al.* (2004), Testoni (2006), Venâncio *et al.* (2006) e

Bonvicino *et al.* (2008). Algumas espécies foram citadas em entrevistas com moradores próximos a ADA e AID na BR-470, sendo essas espécies consideradas com distribuição nessas áreas.

Conforme acordado com a equipe técnica do Ibama, as espécies da ordem *Chiroptera*, por terem sido registadas através de inúmeras coletas efetuadas no Vale do Itajaí (na AID) ao longo dos últimos 20 anos, pelo biólogo Prof. Sérgio Althoff (responsável por este estudo), não foram necessárias novas coletas e a coleção da Furb passa a ser a referência para o diagnóstico desse EIA.

Na carência de uma lista oficial para o Estado de Santa Catarina, o grau de ameaça de extinção das espécies foi baseado no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção de 2008.

c) Análise dos dados

A curva do coletor foi elaborada considerando apenas os dados primários (registros obtidos em campo através das metodologias utilizadas), excluindo os dados do levantamento bibliográfico, coleção e entrevistas.

5.2.3.6.3 Resultados e Discussão

Não foram coletados (sacrificados) espécies de mamíferos neste trabalho, pois todas as espécies capturadas eram conhecidas do pesquisador e nenhum indivíduo morreu durante as capturas. Através do levantamento bibliográfico, consulta na Coleção Científica da Furb e entrevistas com moradores foram listadas 80 espécies de mamíferos com possível ocorrência na área do projeto de duplicação da BR-470.

Os métodos para obtenção de dados primários registraram 18 espécies de mamíferos durante a primeira e segunda campanha do inventário. A Tabela 5.53 sumariza todas as espécies registradas, nome popular, método de registro, área de influência do empreendimento onde foi registrada e aspectos de conservação.

Através do censo de mamíferos atropelados na rodovia BR-470 foram obtidos 78 registros (Tabela 5.57), incluindo indivíduos de cachorro e gato domésticos, espécies de roedores exóticos (*Rattus norvergicus e Rattus rattus*) e 11

espécies nativas: gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris),* gambá *(Didelphis* sp.), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous),* furão (*Galictis cuja),* tamandua-mirim (*Tamandua tetradactyla),* preá (*Cavia fulgida),* tatu (*Dasypus novemcinctus),* gato-maracajá (*Leopardus wiedii),* lontra (*Lontra longicaudis)* e rato-do-mato (*Oligorizomys* sp.) (Figuras 5.243; 5.244; 5.245; 5.246; 5.247; 5.248; 5.249; 5.250; 5.251; 5.252 e 5.253)

TABELA 5.53 – LISTA DE ESPÉCIES COM POSSÍVEL OCORRÊNCIA NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PROJETO DE DUPLICAÇÃO DA BR-470. MÉTODO DE REGISTRO/ DOCUMENTAÇÃO: (BB) LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO, (CC) COLEÇÃO CIENTÍFICA FURB; (EN) ENTREVISTAS, (AA) ANIMAIS ATROPELADOS; (VS) VESTÍGIOS, (OD) OBSERVAÇÃO DIRETA; (CP) CAPTURA. ÁREA DO EMPREENDIMENTO: (ADA) ÁREA DIRETAMENTE AFETADA, (AID) ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA E (AII) ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA. ASPECTOS DE CONSERVAÇÃO: AMEAÇADOS NO BRASIL (IBAMA), SEGUNDO AS CATEGORIAS: AMEAÇADA DE EXTINÇÃO (AE), DADOS DEFICIENTES (DD).

TÁXON / ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO DE REGISTRO / DOCUMENTAÇÃO			ÁREA DO EMPREENDIMENTO	ASPECTOS DE CONSERVAÇÃO
		LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO, COLEÇÃO CIENTÍFICA E ENTREVISTAS	PRIMEIRA CAMPANHA	SEGUNDA CAMPANHA		
Família Didelphidae						
Chironectes minimus	cuíca-d'água, raposinha-d'água	BB			AII	
Didelphis albiventris	gambá-de-orelha-branca	BB, CC, EN	AA	AA	ADA, AID, AII	
Didelphis marsupialis	gambá-de-orelha-preta	BB, CC			AII	
Didelphis sp.	gambá		AA	AA	ADA	
Lutreolina crassicaudata	cuíca	BB			AII	
Metachirus nudicaudatus	cuíca	BB			AII	
Philander frenatus	cuíca	BB			AII	
Família Marmosidae						
Gracilinanus agilis	catita	BB			AII	
Micoureus paraguaianus	cuíca	BB			AII	
Ordem Edentata						
Família Dasypodidae						
Euphractus sexcinctus	tatu-peludo	BB, EN, CC			ADA, AII	
Dasypus novemcinctus	tatu-galinha	BB, EN		AA	ADA, AID, AII	

TÁXON / ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO DE REGISTRO / DOCUMENTAÇÃO			ÁREA DO EMPREENDIMENTO	ASPECTOS DE CONSERVAÇÃO
		LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO, COLEÇÃO CIENTÍFICA E ENTREVISTAS	PRIMEIRA CAMPANHA	SEGUNDA CAMPANHA		
Ordem Pilosa						
Família Myrmecophagidae						
Tamandua tetradactyla	tamanduá	BB, CC, EN		AA	ADA, AID, AII	
Ordem Primates						
Família Atelidae						
Alouatta guariba	bugio	BB, EN			AID, AII	
Família Cebidae						
Cebus apella	macaco prego, mico	BB, EN			AID, AII	
Callithrix sp.	sagüi		OD		AID	
Ordem Chiroptera						
Família Noctilionidae						
Noctilio leporinus	morcego pescador	BB			AII	
Família Phyllostomidae						
Anoura caudifer	morcego beija-flor	BB, CC			ADA, AID, AII	
Anoura geoffroyi	morcego beija-flor	BB			AII	
Artibeus fimbriatus	morcego da cara branca	BB, CC			ADA, AID, AII	
Artibeus jamaicensis	morcego da cara branca	BB			AII	
Artibeus lituratus	morcego da cara branca	BB, CC, EN			ADA, AID, AII	
Artibeus obscurus	morcego	BB			AII	
Carollia perspicillata	morceguinho fruteiro	BB, CC			ADA, AID, AII	
Chiroderma doriae	morcego	BB			AII	
Chrotopterus auritus	bombachudo	BB			AII	

TÁXON / ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO DE REGISTRO / DOCUMENTAÇÃO			ÁREA DO EMPREENDIMENTO	ASPECTOS DE CONSERVAÇÃO
		LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO, COLEÇÃO CIENTÍFICA E ENTREVISTAS	PRIMEIRA CAMPANHA	SEGUNDA CAMPANHA		
Desmodus rotundus	morcego vampiro	BB, CC, EN			ADA, AID, AII	
Diphylla ecaudata	morcego vampiro	BB, CC			AII	
Glossophaga soricina	morcego beija-flor	BB			ADA, AID, AII	
Micronycteris megalotis	morcego	BB			AII	
Mimon bennettii	morcego orelhudo	BB			AII	
Platyrrhinus linneatus	morcego	BB, CC			ADA, AID, AII	
Pygoderma bilabiatum	morcego	BB			AII	
Sturnira lilium	morceguinho fruteiro	BB, CC			ADA, AID, AII	
Vampyressa pussilla	morcego	BB			ADA, AID, AII	
Família Vespertilionidae						
Eptesicus brasiliensis	morcego	BB			AII	
Eptesicus diminutus	morcego	BB, CC			ADA, AID, AII	
Eptesicus furinalis	morcego	BB, CC			ADA, AID, AII	
Lasiurus borealis	morcego	BB			AII	
Lasiurus cinereus	morcego	BB			AII	
Lasiurus ega	morcego	BB			AII	
Myotis albescens	morcego	BB			AII	
Myotis amil	morcego	BB			AII	
Myotis nigricans	morcego	BB, CC			ADA, AID, AII	
Família Molossidae						
Eumops auripendulus	morcego	BB			AII	
Eumops hansae	morcego	BB			AII	

TÁXON / ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO DE REGISTRO / DOCUMENTAÇÃO			ÁREA DO EMPREENDIMENTO	ASPECTOS DE CONSERVAÇÃO
		LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO, COLEÇÃO CIENTÍFICA E ENTREVISTAS	PRIMEIRA CAMPANHA	SEGUNDA CAMPANHA		
Molossops temminckii	morcego	BB			AII	
Molossus ater	morcego	BB			AII	
Molossus molossus	morcego	BB, CC			ADA, AID, AII	
Nyctinomops laticaudatus	morcego	BB			AII	
Promops nasutus	morcego	BB			AII	
Tadarida brasiliensis	norcego	BB			AII	
Ordem Carnívora						
Família Felidae						
Leopardus pardalis	jaguatirica	BB, EN			AID, AII	Ibama – AE
Leopardus tigrinus	gato-do-mato-pequeno	BB			AII	Ibama – AE
Leopardus wiedii	gato-maracaja	BB, EN		AA	ADA, AID, AII	Ibama – AE
Puma concolor	leão, puma	BB			AII	Ibama – AE
Puma yagouaroundi	jaguarundi, gato-mourisco	BB			AII	Ibama – AE
Família Canidae						
Cerdocyon thous	cachorro-do-mato, graxaim	BB, CC, EN	AA	AA	ADA, AID, AII	
Família Mustelidae						
Lontra longicaudis	lontra	BB		AA	ADA, AII	
Eira barbara	irara	BB			AII	
Galictis cuja	furão	BB, CC, EN	AA	AA	ADA, AID, AII	
Família Procyonidae						
Nasua nasua	quati	BB, EN			AID, AII	
Procyon cancrivorus	mão-pelada	BB, CC, EN	AA	AA	ADA, AID, AII	

TÁXON / ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO DE REGISTRO / DOCUMENTAÇÃO			ÁREA DO EMPREENDIMENTO	ASPECTOS DE CONSERVAÇÃO
		LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO, COLEÇÃO CIENTÍFICA E ENTREVISTAS	PRIMEIRA CAMPANHA	SEGUNDA CAMPANHA		
Ordem Artiodactyla						
Familia Cervidae						
Mazama americana	veado-mateiro	BB			AII	
Mazama gouazoubira	veado-campeiro	BB			AII	
Mazama nana	veado-bororó	BB			AII	
Mazama sp.	veado		VS		AID	Ibama – AE
Familia Tayassuidae						
Pecari tajacu	cateto, porco-do-mato	BB			AII	
Tayassu pecari	queixada, porco-do-mato	BB			AII	
Ordem Rodentia						
Familia Cricetidae						
Akodon montensis	rato-do-mato	BB, CC	CP		AID, AII	
Brucepattersonius sp.	rato-do-mato	BB, CC		CP	AID, AII	
Nectomys squamipes	rato-d'água	BB			AII	
Oligoryzomys nigripes	rato-do-mato	BB, CC			AII	
Sooretamys angouya	rato-do-mato	BB, CC			AII	
Oligoryzomys sp.	rato-do-mato		CP	CP, AA	ADA, AID, AII	
Euroryzomys russatus	rato-do-mato	BB, CC			AII	
Oxymycterus sp.	rato-do-mato	BB, CC			AII	
Familia Muridae						
Rattus norvegicus	rato	BB		AA	ADA, AII	
Rattus rattus	rato	BB		AA	ADA, AII	

TÁXON / ESPÉCIE	NOME POPULAR	MÉTODO DE REGISTRO / DOCUMENTAÇÃO			ÁREA DO EMPREENDIMENTO	ASPECTOS DE CONSERVAÇÃO
		LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO, COLEÇÃO CIENTÍFICA E ENTREVISTAS	PRIMEIRA CAMPANHA	SEGUNDA CAMPANHA		
Familia Caviidae						
Cavia fulgida	preá	BB, EN		AA	ADA, AID, AII	
Familia Dasyproctidae						
Dasyprocta azarae	cutia	BB, EN	OD		AID, AII	
Familia Cuniculidae						
Cuniculus paca	paca	BB, EN			AID, AII	
Familia Echimyidae						
Kannabateomys amblyonyx	rato-da-taquara	BB			AII	
Familia Hydrochoeridae						
Hydrochoeris hydrochaeris	capivara	BB, CC, EN			ADA, AID, AII	

Figura 5.239 - Indivíduo da espécie rato-do-mato *(Akodon montensis)* capturado na EST 02 (RG 9)

Figura 5.240 - Indivíduo da espécie rato-do-mato *(Brucepattersonius* sp.) na EST 04 (RG 14)

Figura 5.241 - Indivíduo da espécie rato-do-mato (*Oligoryzomys* sp.) capturado na EST 02 (RG 13).

Os roedores das espécies rato-do-mato *Akodon montensis,* rato-do-mato *Brucepattersonius* sp. e rato-do-mato *Oligoryzomys sp.* (respectivamente Figuras 5.239; 5.240 e 5.241) apresentam ampla distribuição no Brasil (Bonvicino *et al.*, 2008) e no Estado de Santa Catarina (Cherem *et al.*, 2004), inclusive em ambientes antropizados. A espécie rato-do-mato *Akodon montensis* foi registrada nas estações de coleta EST 01 e EST 02, já o rato-do-mato *Brucepattersonius sp.* na EST 02 e rato-do-mato *Oligoryzomys sp.* foi registrada em todas as estações de coleta, mostrando ampla distribuição na área estudada.

Durante o esforço para obtenção dos registros de espécies atropeladas e revisão das armadilhas de intercepção e queda foram registradas três espécies de mamíferos através de observação direta e vestígios: sagui *Callithrix* sp., cutia *Dasyprocta azarae* e veado *Mazama sp.* na AID.

Um indivíduo da espécie sagui *Callithrix sp.* foi observado próximo a EST 05 (coordenadas: -26 55' 24,11957" e -49 17' 02,56622"). Sabe-se que se trata de uma espécie exótica introduzida no local recentemente, inclusive alimentada por moradores próximos. A introdução desta espécie exótica no ambiente acarreta um

impacto negativo à diversidade local, sendo que o sagui é predador de ninhos de aves nativas (ROTHE, 1999). Além disso, indivíduos do gênero *Callithrix* podem ser causadores de várias doenças aos humanos (BATISTA-MORAIS *et al.*, 2000; LUDLAGE e MANSELD, 2003), inclusive, são reservatório do vírus da raiva, atuando como possíveis transmissores à população local (FAVORETTO *et al.*, 2001).

O roedor da espécie cutia *Dasyprocta azarae* foi observado próximo a EST 04 (coordenadas: -26 52' 30,92996''' e -49 10' 39,56568''). Os indivíduos dessa espécie são terrestres e habitam ambientes florestais próximos a cursos d'água (Bonvicino *et al.*, 2008). No Estado de Santa Catarina apresenta ampla distribuição geográfica (Cherem *et al.*, 2004).

Vestígios (pegadas) de veado *Mazama sp.* foram encontradas em local próximo a EST02 (coordenadas: -26 50' 34,45050'' e -48 47' 42,09789''). Na área de influência do empreendimento é possível a ocorrência de três espécies do gênero: veado-mateiro (*Mazama americana*), veado-campeiro (*Mazama gouazoubira*) e veado-bororó (*Mazama nana*). Em geral são frugívoros-herbívoros (FONSECA *et al.*, 1996). Segundo Borges e Tomás (2004), os rastros (pegadas) das espécies de veados apresentam-se muito semelhantes, principalmente entre veado-mateiro (*Mazama americana*) e veado-campeiro (*Mazama gouazoubira*), dificultando a identificação em nível específico.

Analisando a distribuição dos registros das 18 espécies de mamíferos durante as duas campanhas do inventário (10 dias), ainda não é possível observar a tendência à estabilização do número de espécies na área. A Figura 5.242 mostra a curva acumulativa do número de espécies durante esses dias de amostragem.

Nessas campanhas as armadilhas fotográficas não registraram espécies nativas, a isca utilizada (toucinho e frutas) aproximou cães domésticos (em uma situação).

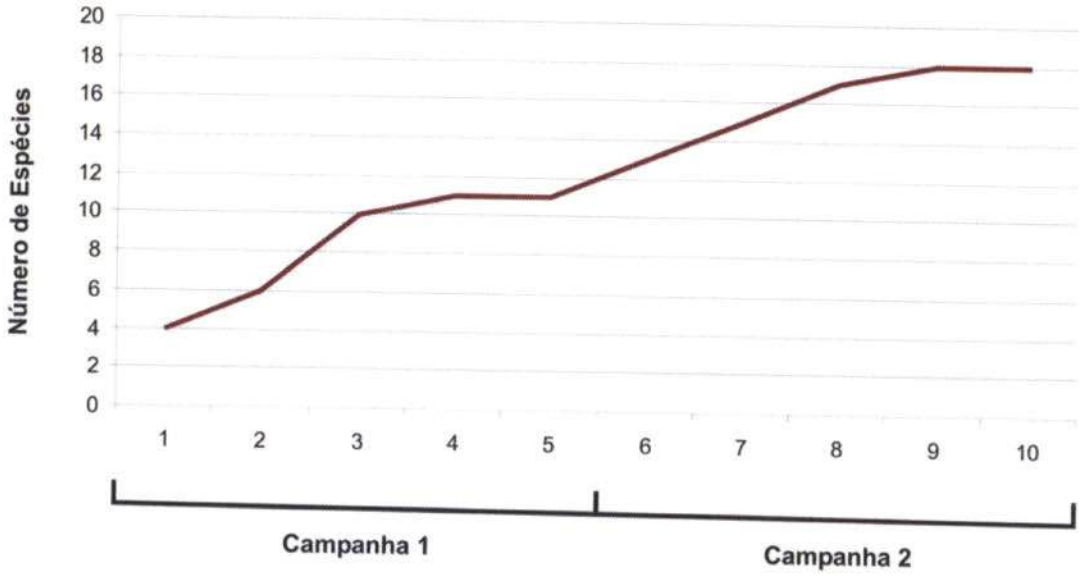


Figura 5.242 - Curva acumulativa do número de espécies amostradas durante dez dias de amostragem das duas campanhas realizadas.

O pequeno número de mamíferos de pequeno porte capturados nas armadilhas de interceptação e queda, provavelmente, é decorrente da estação do ano, já que em trabalhos anteriores na região, constata-se um acréscimo no número de capturas nas estações outono e inverno. O que poderá resultar também num aumento no número de mamíferos atropelados.

Acredita-se que com as futuras coletas (outono e inverno), consiga-se tanto um incremento quanti e qualitativos nos resultados, como na estabilização da curva do coletor.

5.2.3.6.4 Descrição do Impacto

Dentre as modificações ambientais ocasionadas pela implantação da duplicação da BR-470, a supressão de vegetação deve interferir pontualmente naquelas populações que habitam essas áreas mas, o principal impacto esperado é o aumento do atropelamento de pequenos e médios mamíferos. Esse incremento deve ser ocasionado pelo aumento do tráfego, da velocidade e, principalmente, pela instalação da mureta divisória da rodovia, que impede a passagem e fuga dos animais.

5.2.3.6.5 Medidas Mitigadoras

O monitoramento das populações de mamíferos da AID deve contribuir com o conhecimento do impacto causado pelo efeito de borda (fragmentação) ocasionado na fase de supressão de vegetação e deve-se estudar a possibilidade de substituir a mureta por valas revegetadas, pelo menos nos trechos com maiores ocorrências.

5.2.3.7 Atropelamento da fauna silvestre na BR-470

A BR-470 mesmo não duplicada, permite velocidades altas na maioria dos trechos, principalmente à noite, onde o tráfego é menor, com isso pode pôr em risco não somente a fauna silvestre, mas também o impacto da colisão que pode provocar acidentes graves com os passageiros dos veículos.

Estradas causam diversos impactos diretos e indiretos aos ecossistemas, incluindo perda e fragmentação de habitat, alteração da paisagem natural e morte de animais por atropelamento (JACKSON, 2000; JOCHIMSEN, 2006; CHEREM *et al.*, 2007). Nos Estados Unidos, a mortalidade por atropelamentos tem sido apontada como uma das principais causas de declínio em populações de algumas espécies de serpentes (RUDOLPH e BURGDORF, 1997; RUDOLPH *et al.*, 1999).

O incremento no trânsito, além da velocidade e o aumento a distância entre as margens são os fatores que devem contribuir de maneira decisiva no aumento do atropelamento de espécies da fauna silvestres.

5.2.3.7.1 Metodologia

As espécies atropeladas na ADA foram registradas durante sete dias consecutivos por campanha (14 dias), sendo percorrido o trecho da BR-470 que será duplicada a uma velocidade de 80 km/h. A velocidade escolhida para o monitoramento foi ajustada conforme a segurança da equipe, pois devido à intensa movimentação da rodovia, que tem como média de velocidade 100 km/h, é perigoso se deslocar a velocidades inferiores. Em cada registro foram anotados os seguintes dados, quando possível: espécie, sexo, data e local.

Para verificação de animais de menor porte (roedores e anfíbios, principalmente) ou animais atropelados, mas encobertos pela vegetação, os trechos lindeiros às estações de coleta foram precorridos a pé, numa extensão de 3,0 km, tendo a estação no meio do trecho (1,5 km para cada lado). Em ambas as margens da BR-470.

5.2.3.7.2 Resultados

a) Anfíbios

O atropelamento de anfíbios é um dos maiores impactos ocasionados por rodovias que cortam áreas naturais. Segundo Langton (1989) e Lizana (1991), em estudos realizados na península Ibérica, os anfíbios representam 25% dos vertebrados atropelados em rodovias, principalmente para as espécies de anfíbios que costumam fazer migrações no período reprodutivo.

Para anfíbios o risco de atropelamentos aumenta nas estações de primavera e verão por coincidirem com o período de reprodução. O problema, de forma geral, atinge anfíbios à noite, principalmente após as chuvas, entretanto, durante esse monitoramento, foram registrados somente 56 anfíbios atropelados na campanha de primavera e 55 na campanha de verão e, pelo estado das carcaças, foi impossível verificar sua classificação zoológica. Avaliou-se que, pela intensidade do tráfego e pelas características desses animais (tamanho e fragilidade), a maioria dos anfíbios atropelados são esmigalhados de tal forma que não ficam evidenciados, dificultando seu registro.

TABELA 5.54 - ANFÍBIOS ATROPELADOS

ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	ANFÍBIOS*	
		PRIMAVERA	VERÃO
EST 01	Ilhota	12	13
EST 02	Ilhota	13	11
EST 03	Blumenau	12	10
EST 04	Blumenau	10	11
EST 05	Indaial	9	10

*Não foi possível identificar especificamente estes animais.

b) Répteis

Entre os répteis foram encontrados atropelados na BR-470 (ver Tabela 5.55) três cobras-d'água da espécie *Liophis miliaris* e uma *Helicops carinicaudus*; dois lagartos teiú *Tupinambis merianae* e uma dormideira *Sibynomorph neuwiedi*), e três em estradas secundarias na AII (um *T. merianae*, uma *L. miliaris* e uma *H. Carinicaudus*) (ver Figuras 5.234, 5.235, 5.236 e 5.237).

TABELA 5.55 - LISTA DAS ESPÉCIES DE RÉPTEIS ATROPELADAS

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME VERNÁCULO	COORDENADAS DOS REGISTROS
Emvdidae		
*Trachemys dorbigni**	tigre d'água	26º53'09.2"S/48º52'55.2"W
Leiosauridae		
Enyalius iheringii	iguaninha	26º50'20.6"S/49º01'17.2"W
Gekkonidae		
Hemidactylus mabouia	lagartixa	26º52'20.6"S/49º02'17.2"W
Teiidae		
Tupinambis merianae	teiú	26º51'41.4"S/49º04'12.6"W 26º55'02.6"S/49º16'55.3"W 26º57'01.3"S/49º18'02.2""W 26º52'46.3"S/48º50'30.6"W 26º50'44.1"S/48º47'50.2"W 26º50'13"S/48º45'43"W
Elapidae		
Micrurus corallinus	cobra-coral	26º56'43.4S/49º20'15.0"W 26º52'37.6"S/49º10'41.8"W 26º50'20.1"S/48º46'06.9"W
Helicops carinicaudus	cobra-d'água	26º51'13.4"S/48º48'25"W 26º48'55"S/49º01'23.8"W
Liophis miliaris	cobra-d'água	26º53'36.5"S/48º54'33.2"W
Oxyrhopus clathratus	falsa-coral	26º50'03.6"S/48º44'55.3"W 26º56'57.3"S/49º17'52.7"W 26º56'58.4"S/49º18'49.5"W 26º50'14.4"S/49º00'31.4"W 26º53'09.2"S/48º59'37.2"W 26º50'20.6"S/48º45'58.0"W
Sibynomorphus neuwiedi	dormideira	26º50'15.9"S/48º46'16.8´´W 26º53'05.3"S/48º59'40.1"W

c) Aves

As Aves estão entre os grupos faunísticos com maior facilidade de deslocamento, fato que pode colaborar para os atropelamentos e colisões. O atropelamento e a colisão da avifauna silvestre é um fato possível de ocorrer para as espécies de aves que não têm aversão a uma estrada, cujo efeito do leito estradal se equivale a uma clareira artificial, e ainda para aquelas que correm risco ao ficarem forrageando no leito estradal.

Eventualmente espécies de voos lentos ou baixos, que ao atravessarem a rodovia podem ser atropeladas, ou aquelas de sub-bosque que ao cruzarem a rodovia a meia altura de um veículo, estando esse na direção de voo, podem colidir lateralmente.

Aves de hábitos noturno das famílias *Tytonidae* (corujas-de-igrejas), *Stringidae* (corujas e afins) e *Caprimulgidae* (tujus e afins) têm mais probabilidade de coliderem com veículos, visto que costumam capturar suas presas (ratos silvestres, insetos), que atravessam as estradas, ou sobrevoarem as estradas em voos rasantes ou simplesmente pousarem no leito estradal.

Entre as espécies mais propícias aos atropelamentos que foram registradas na AID estão as aves de médio porte de hábitos terrestres como a saracura-do-mato (*Aramires saracura*) e, eventualmente, ao voarem baixo e frequentemente atravessarem as rodovias, o anu-preto (*Crotophaga ani*), o anu-branco (*Guira guira*), o pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), o joão-de-barro (F*urnarius rufus*) e o canário-da-terra-verdadeiro (*Sicalis flaveola*).

As aves de rapina, como o gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*) e o carrapateiro (*Milvago chimachima*), podem ser atropeladas no momento em que se distraem comendo carniça (outro animal atropelado). Da mesma forma o urubu-comum (*Coragyps atratus*) e o Urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*) se alimentam da carniça de animais atropelados.

A jaçanã (*Jacana jacana*), o quero-quero (*Vanellus chilensis*) e a curicaca (*Theresticus caudatus*) dificilmente são atropelados, pois não costumam atravessar rodovias.

Nos 14 dias de monitoramento, foram registradas oito aves atropeladas (Tabela 5.56).

TABELA 5.56 - LISTA DAS ESPÉCIES DE AVES ATROPELADAS

ESPÉCIE	NOME VERNÁCULO	COORDENADAS DOS REGISTROS
Crotophaga ani	Anu-preto	26º42'08S/48º51'50'W
Guira guira	Anu-branco	26º41'07S/48º50'51'W 26º55'12S/49º11'10W
Coragyps atratus	Urubu-comum	26º51'21S/49º02'15W
Milvago chimachima	Carrapateiro	26º50'20S/49º04'12W
Columba livia	Pombo-doméstico	26º51'15S/49º08'11W
Colaptes campestris	Pica-pau-do-campo	26º50'30S/49º05'12'W 26º40'01S/49º15'51'W

d) Mamíferos

Na Tabela 5.57 estão os registros dos mamíferos atropelados durante o período de estudo.

TABELA 5.57 – ESPÉCIES DE MAMÍFEROS REGISTRADOS ATROPELADOS NA BR-470

REGISTRO (RG)	CAMPANHA	ESPÉCIE	MUNICÍPIO	COORDENADAS	
				LATITUDE	LONGITUDE
1	1	Doméstico	Indaial	-26 56' 17.50537"	-49 17' 26.37669"
2	1	Doméstico	Indaial	-26 56' 17.50537"	-49 17' 26.37669"
3	1	*Dasypus novemcinctus*	Indaial	-26 56' 13,07661"	-49 17' 22,70863"
4	1	Doméstico	Indaial	-26 54' 42.26147"	-49 16' 39.44755"
5	1	Doméstico	Indaial	-26 53' 29.66983"	-49 15' 26.50015"
6	1	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 52' 38.48996"	-49 10' 40.99506"
7	1	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 51' 38.99662"	-49 03' 11.72532"
8	1	Doméstico	Gaspar	-26 54' 53.11808"	-48 58' 22.00269"
9	1	*Cerdocyon thous*	Ilhota	-26 52' 48.46215"	-48 50' 15.01288"
10	1	Doméstico	Ilhota	-26 50' 27.46804"	-48 47' 31.25245"
11	1	Mamífero não identificado	Rodeio	-26 56' 39,10966"	-49 17' 38,93637"
12	1	*Leopardus wiedii*	Indaial	-26 55' 17.79628"	-49 16' 58.14661"
13	1	*Didelphis sp.*	Indaial	-26 54' 44.64347"	-49 16' 41.55406"

REGISTRO (RG)	CAMPANHA	ESPÉCIE	MUNICÍPIO	COORDENADAS	
				LATITUDE	LONGITUDE
14	1	Mamífero não identificado	Indaial	-26 54' 43,71680"	-49 16' 40,54652"
15	1	*Oligorizomys sp.*	Indaial	-26 54' 28.16680"	-49 16' 26.34956"
16	1	Doméstico	Indaial	-26 53' 32.71749"	-49 15' 30.21136"
17	1	Doméstico	Indaial	-26 52' 11.08396"	-49 12' 10.61648"
18	1	Doméstico	Blumenau	-26 52' 42.52042"	-49 10' 31.80169"
19	1	*Rattus norvegicus*	Blumenau	-26 52' 40.76605"	-49 07' 53.65922"
20	1	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 52' 16.36727"	-49 06' 28.46807"
21	1	Doméstico	Blumenau	-26 51' 50.56475"	-49 05' 53.01563"
22	1	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 51' 35.31167"	-49 04' 37.21218"
23	1	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 51' 35.43659"	-49 03' 19.48056"
24	1	*Didelphis albiventris*	Gaspar	-26 52' 06.32236"	-49 01' 41.95815"
25	1	Doméstico	Gaspar	-26 52' 57.22794"	-48 59' 48.64103"
26	1	Doméstico	Gaspar	-26 53' 35.50504"	-48 53' 25.49374"
27	1	Doméstico	Gaspar	-26 53' 35.33365"	-48 53' 23.49073"
28	1	*Procyon cancrivoros*	Ilhota	-26 50' 38,07571"	-48 47' 43,46210"
29	1	*Cerdocyon thous*	Navegantes	-26 50' 07.79162"	-48 45' 29.81557"
30	1	*Didelphis albiventris*	Navegantes	-26 50' 01.69359"	-48 44' 21.61135"
31	1	*Tamandua tetradactyla*	Ilhota	-26 50' 19,05831"	-48 46' 42,04813"
32	1	*Procyon cancrivoros*	Ilhota	-26 50' 23,00247"	-48 47' 08,03682"
33	1	Doméstico	Rodeio	-26 56' 52.30361"	-49 17' 46.57875"
34	1	*Didelphis albiventris*	Gaspar	-26 52' 14.07428"	-49 01' 20.56962"
35	1	Doméstico	Gaspar	-26 52' 17.37089"	-49 01' 03.93633"
36	1	*Cavia fulgida*	Gaspar	-26 53' 36.59858"	-48 54' 27.90831"
37	1	*Dasypus novemcinctus*	Ilhota	-26 50' 23,06885"	-48 47' 12,04314"
38	1	Doméstico	Navegantes	-26 50' 07.96392"	-48 45' 32.24676"
39	1	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 52' 34.60435"	-49 07' 14.36673"
40	1	*Procyon cancrivoros*	Rodeio	-26 56' 58,13068"	-49 19' 23,63133"
41	1	*Cavia fulgida*	Rodeio	-26 57' 04.30445"	-49 19' 35.75046"
42	1	*Didelphis sp.*	Rodeio	-26 57' 18.65320"	-49 19' 34.58450"
43	1	*Lontra longicaudis*	Rodeio	-26 57' 10.87050"	-49 19' 35.68920"
44	1	Didelphis sp.	Indaial	-26 52' 13.91405"	-49 12' 45.68962"
45	1	Doméstico	Gaspar	-26 54' 40.06233"	-48 58' 41.90270"
46	1	Mamífero não identificado	Gaspar	-26 52' 28,87807"	-49 00' 47,24179"
47	1	Doméstico	Indaial	-26 54' 12.06972"	-49 16' 11.89490"

REGISTRO (RG)	CAMPANHA	ESPÉCIE	MUNICÍPIO	COORDENADAS	
				LATITUDE	LONGITUDE
48	1	*Rattus rattus*	Indaial	-26 54' 12.06972"	-49 16' 11.89490"
49	1	Doméstico	Blumenau	-26 52' 41.26695"	-49 07' 58.10186"
50	1	*Cerdocyon thous*	Blumenau	-26 52' 48.06444"	-49 08' 10.46510"
51	1	*Galictis cuja*	Indaial	-26 56' 10.37747"	-49 17' 20.61299"
52	1	Doméstico	Indaial	-26 56' 29.91387"	-49 17' 36.65636"
53	1	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 52' 59.33203"	-49 08' 36.15748"
54	1	Doméstico	Gaspar	-26 52' 28.94717"	-49 00' 37.79857"
55	1	Mamífero não identificado	Gaspar	-26 53' 36,25036"	-48 54' 43,78480"
56	1	*Procyon cancrivoros*	Gaspar	-26 53' 36,77299"	-48 54' 37,63788"
57	2	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 51' 38.29234"	-49 03' 54.29359"
58	2	Doméstico	Blumenau	-26 51' 36.92783"	-49 03' 49.81443"
59	2	Mamífero não identificado	Blumenau	-26 51' 33,27668"	-49 03' 35,96568"
60	2	*Cerdocyon thous*	Blumenau	-26 52' 34.99511"	-49 00' 11.32497"
61	2	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 53' 17.64576"	-48 59' 31.30678"
62	2	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 54' 32.04849"	-48 56' 45.76000"
63	2	Doméstico	Blumenau	-26 54' 04.98165"	-48 55' 51.54998"
64	2	Mamífero não identificado	Navegantes	-26 50' 04,94674"	-48 45' 15,37871"
65	2	Mamífero não identificado	Blumenau	-26 52' 33,85118"	-49 07' 09,29705"
66	2	Mamífero não identificado	Blumenau	-26 52' 58,47326"	-49 09' 20,91885"
67	2	Doméstico	Indaial	-26 52' 56.66729"	-49 14' 43.80455"
68	2	*Didelphis sp.*	Indaial	-26 54' 22.99966"	-49 16' 22.10124"
69	2	*Didelphis sp.*	Indaial	-26 54' 42.52007"	-49 16' 39.92492"
70	2	*Didelphis sp.*	Indaial	-26 54' 32.89640"	-49 16' 30.65641"
71	2	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 51' 42.83215"	-49 02' 30.47117"
72	2	Mamífero não identificado	Blumenau	-26 52' 12,77043"	-49 01' 24,82276"
73	2	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 54' 52.37608"	-48 58' 20.20125"
74	2	Doméstico	Ilhota	-26 51' 21.30933"	-48 48' 33.95941"
75	2	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 52' 27.60197"	-49 11' 01.15428"
76	2	*Galictis cuja*	Indaial	-26 55' 09.78999"	-49 16' 54.81410"
77	2	*Didelphis sp.*	Indaial	-26 54' 32.27329"	-49 16' 30.25871"
78	2	*Didelphis sp.*	Blumenau	-26 52' 31.28873"	-49 10' 53.02336"

Para análise da frequência dos atropelamentos foram agrupados os registros de gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) e gambá (*Didelphis sp.*) Dessa forma, os indivíduos com maior frequência de atropelamento são cães e gatos domésticos, seguido de indivíduos das espécies nativas *Didelphis sp.*, cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) e mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) (Tabela 5.58).

TABELA 5.58 - FREQUÊNCIA DOS ATROPELAMENTO POR ESPÉCIE.

ESPÉCIE	Nº DE REGISTROS	FREQUÊNCIA (%)
Domésticos	25	32,05
Didelphis sp.	24	30,77
Mamífero não identificado	9	11,54
Cerdocyon thous	4	5,13
Procyon cancrivorus	4	5,13
Cavia fulgida	2	2,56
Dasypus novemcintus	2	2,56
Galictis cuja	2	2,56
Leopardus wiedii	1	1,28
Lontra longicaudis	1	1,28
Oligorizomys sp.	1	1,28
Rattus norvegicus	1	1,28
Rattus rattus	1	1,28
Tamandua Tetradactyla	1	1,28
TOTAL	**78**	**100,00**

É evidente a alta frequência (32,05%) dos eventos de atropelamentos a animais domésticos (cães e gatos). Isso ocorre devido à presença de várias residências junto à rodovia, principalmente entre os acessos dos municípios de Indaial e Blumenau. A presença de cachorros-domésticos (Canis familiaris) e gatos-domésticos (Felis catus) influência de forma direta e negativa na distribuição e abundância da fauna nativa, sendo possíveis transmissores de doenças, predadores de animais silvestres e competidores diretos por recursos alimentares (BUTLER et al., 2004; CAMPOS, 2004; ROCHA e DALPONTE, 2006).

Os indivíduos atropelados considerados *Didelphis sp.* (vide Figuras 5.245 e 5.248) não apresentavam condições de serem identificados em nível específico, sendo esse grupo composto, possivelmente, por duas espécies gambá-de-orelha-

branca (*Didelphis albiventris*) e gambá-de-orelha-preta (*Didelphis marsupialis*). Observa-se que a espécie gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*), apresentada na Figura 5.244 é uma das mais abundantes nos trabalhos de levantamento de mamíferos atropelados em rodovias (ROSA e MAUHS, 2004; CHEREM *et al.*, 2007). Essa espécie apresenta hábitos crepusculares e noturnos, buscando abrigo em ocos de árvores, entre suas raízes, ou debaixo de troncos caídos (REIS *et al.*, 2006).

A espécie cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous)*, verificada nas Figuras 5.243 e 5.249, tem hábito preferencialmente noturno e se desloca solitário ou aos pares, por trilhas, bordas de mata e estradas à procura de alimentos (BRADY, 1979; BERTA, 1982; PERACCHI *et al.*, 2002). Já a espécie mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), verificada na Figura 5.246, é solitária e noturna, vivendo geralmente próxima de banhados, rios, mangues e praias (REIS *et al.*, 2006). Essas duas espécies também são citadas em vários trabalhos como vítimas de atropelamento em rodovias, inclusive *mão-pelada (Procyon cancrivorus*) é a espécie atropelada mais abundante no levantamento de Pereira *et al.* (2006).

As três espécies citadas acima gambá (*Didelphis* sp.), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) e mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) tiveram seus registros de atropelamento distribuídos de forma praticamente uniforme em todo o trecho da rodovia analisado.

Para o restante das espécies, vê-se baixa frequência de indivíduos atropelados. As espécies preá *Cavia fulgida*, tatu-galinha *Dasypus novemcinctus* e furão *Galictis cuja* (vide Figuras 5.247 e 5.250) apresentaram dois indivíduos atropelados. Já para as espécies gato-maracajá *Leopardus wiedii* (vide Figuras 5.252 e 5.254), lontra *Lontra longicaudis* (vide Figura 5.255), rato-do-mato *Oligorizomys sp.* (vide Figura 5.253), rato *Rattus norvegicus*, rato *Rattus rattus* e tamanduá-mirim *Tamandua tetradactyla* (vide Figuras 5.251 e 5.256); foi verificado apenas um indivíduo atropelado.

O préa *Cavia fulgida* tem hábito terrestre e é geralmente encontrado em bordas de mata na Floresta Atlântica, próximo a cursos d'água e campos. Os dois registros obtidos nos municípios de Rodeio e Gaspar foram próximos a ambientes

de borda de mata, associado a campos abertos e arroizeiras. A baixa frequência de indivíduos atropelados do gênero *Cavia* foi também observada por Rosa e Mauhs (2004) e Turci e Bernarde (2009).

A espécie tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus)* apresenta ampla distribuição geográfica, sendo que no Brasil ocorre nos biomas Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Campos Sulinos (FONSECA *et al.*, 1996). No Estado de Santa Catarina apresenta vários registros (CHEREM *et al.*, 2004). Os registros obtidos nos municípios de Ilhota e Indaial foram próximos a ambientes com fragmento florestal significativo. Outros trabalhos já verificaram baixa frequência de atropelamento para indivíduos desta espécie (ROSA e MAUHS, 2004; TURCI e BERNARDE, 2009).

A distribuição da espécie furão (*Galictis cuja)* inclui ambientes próximos à água e abertos (PINE *et al.*, 1979; MARES *et al.*, 1989). Os registros dos dois indivíduos atropelados no município de Indaial foram em ambientes de área aberta próximos ao rio Itajaí-Açú. CHEREM *et al.* (2007) encontraram uma frequência de 3,1% de indivíduos atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina.

Em relação a gato-maracajá (*Leopardus wiedii)*, trata-se de uma espécie geralmente associada a ambientes sem interferência antrópica (FONSECA *et al.*, 1996). O registro de um indivíduo atropelado foi feito no município de Indaial, em área próxima a uma fragmento florestal significativo (Figura 5.254). CHEREM *et al.* (2007) observaram poucos indivíduos atropelados desta espécie em seu estudo. A espécie gato-maracajá (*Leopardus wiedii)* é considerada Ameaçada de Extinção (AE) na Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2008).

Figura 5.243 - Indivíduo da especie cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous)* (RG 4) registrado atropelado.

Figura 5.244 - Indivíduo da especies gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris)* (RG 6) registrado atropelado.

Figura 5.245 - Indivíduo da especie gambá (*Didelphis sp.*) (RG 9) registrado atropelado.

Figura 5.246 - Indivíduo da especie mão-pelada (*Procyon cancrivorus)* (RG 1) registrado atropelado.

Figura 5.247 - Indivíduo da especie furão (*Galictis cuja)* (RG 18) registrado atropelado.

Figura 5.248 - Indivíduo da especie gambá (*Didelphis sp.*) registrado atropelado.

Figura 5.249 - Indivíduo da especie cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous)* (RG 4) registrado atropelado.

Figura 5.250 - Indivíduo da espécie furão *(Galictis cuja)* (RG 76) registrado atropelado

Figura 5.251 - Indivíduo da espécie tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla)* (RG 31) registrado atropelado.

Figura 5.252 - Indivíduo da espécie gato-maracajá *(Leopardus wiedii)* (RG 12) registrado atropelado.

Figura 5.253 - Indivíduo da espécie rato-do-mato (*Oligorizomys sp.*) (RG 15) registrado atropelado.

Figura 5.254 - Local do registro da espécie gato-maracajá (*Leopardus wiedii)* atropelada, próximo a fragmento florestal.

Figura 5.255 - Local do registro da espécie lontra (*Lontra longicaudis)* atropelada, próximo ao rio Itajaí-Açú.

Figura 5.256 - Local do registro da especie tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla)* atropelada, próximo a um grande fragmento florestal.

5.2.3.7.3 Considerações finais

Os resultados mostraram mais mamíferos que quaisquer outro grupo, porém, esses animais são mais resistentes em termos de duração da carcaça, enquanto serpentes, aves (menores) e anfíbios desaparecem com maior facilidade, dificultando sua visualização.

Aparentemente existe uma clara tendência que em áreas onde exista um menor número de residências haja mais animais silvestres atropelados, o que é inversamente proporcional ao número de animais domésticos.

No que se referem a impactos, o incremento de fluxo de trânsito e a instalação de obstáculos (muro divisor de pistas), além do aumento da distância para atravessar a BR-470, deverá aumentar significativamente o atropelamento, principalmente durante o período reprodutivo das espécies próximo a fragmentos utilizados pelos anuros.

O impacto causado pelo efeito de borda (fragmentação) é ocasionado na fase de supressão de vegetação, devendo-se estudar a possibilidade de substituir a mureta por *guard rail* ou vala central gramada, pelo menos nos trechos com maiores ocorrências.

5.2.4 Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação (UCs) de Proteção Integral e as de Uso Sustentável, são modos de salvaguardar porções de ecossistemas na forma de lei.

A presença das áreas protegidas do Parque Natural Municipal Nascentes do Garcia e do Parque Botânico Morro do Baú, bem como do Parque Nacional do Itajaí são estratégicas por estabelecer importantes pontos para irradiação e (re)colonização da biodiversidade da flora e fauna nativas, sobretudo para a avifauna nas áreas de influência do projeto de duplicação da rodovia BR-470.

Ressalta-se que a BR-470 é anterior a criação dessas UCs e sua duplicação não causará degradação em nenhum dos Parques. As UCs que ocorrem na AII da BR-470 estão descritas na sequência e representadas no Mapa de Unidades de Conservação, apresentado na página 63 do Volume 2 – Mapeamento Temático, Tomo II.

5.2.4.1 Unidades de Conservação Federais

5.2.4.1.1 Reserva da Biosfera da Mata Atlântica

A Reserva da Biosfera é um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações.

A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) cuja área foi reconhecida pela Unesco, em cinco fases sucessivas entre 1991 e 2002, foi a primeira unidade da Rede Mundial de Reservas da Biosfera declarada no Brasil. É a maior reserva da biosfera em área florestada do planeta, com cerca de 35 milhões de hectares, abrangendo áreas de 15 dos 17 estados brasileiros onde ocorre a Mata Atlântica, o que permite sua atuação na escala de todo o Bioma.

Em Santa Catarina ela ocorre ao longo da Serra do Mar (no nordeste catarinense), das serras do leste catarinense (na porção central da vertente atlântica) e da Serra Geral (no sul catarinense) e nela se registra a maior diversidade biológica e remanescente da Floresta Atlântica do Estado. Devido a esse fato e a tamanha importância ecológica de toda essa área, a Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA, 1992) mapeou esse corredor florestal para efeito de tombamento da Floresta Atlântica no Estado e seu reconhecimento como foi corroborado pela Unesco.

Os limites físicos de sua extensão, assim como foram reconhecidos pela Unesco, estão plotados sobre cartas base do IBGE, que foram utilizadas como base para a representação dessa área no Mapa de Unidades de Conservação (vide página 63 do Volume 2 – Mapeamento Temático, Tomo II) localizadas na AII da BR-470. Ressalta-se que a Reserva da Biosfera é constituída por:

- Zonas Núcleo: destinadas à proteção integral da natureza e da biodiversidade. Correspondem basicamente às Unidades de Conservação de proteção integral como Parques e Estações Ecológicas;
- Zonas de Amortecimento: estabelecidas no entorno das zonas núcleo, ou entre elas, tem por objetivos minimizar os impactos negativos sobre esses

núcleos e promover o desenvolvimento sustentável das populações da área, especialmente as comunidades tradicionais;

- Zonas de Transição: sem limites rigidamente definidos, envolvem as zonas de amortecimento e núcleo. Destinam-se prioritariamente ao monitoramento, à educação ambiental e à integração da Reserva com o seu entorno, onde predominam áreas urbanas, agrícolas e industriais.

Nesse contexto, como verifica-se no Mapa de Unidades de Conservação citado, a área de influência direta do meio biótico do empreendimento em estudo (2,5 km para cada lado do eixo da rodovia BR-470) atinge parte da RBMA. Assim, passa por zonas de transição dessa Reserva nos trechos entre os quilômetros 17+000 a 36+000 e 66+800 a 69+800; por zonas de amortecimento no trecho entre os quilômetros 69+800 a 74+000 e por zonas de núcleo entre os quilômetros 31+200 a 32+300. No último caso, essas zonas não encontram-se dentro do perímetro da área diretamente afetada pelo empreendimento e estão, em média, afastadas da rodovia 1,5 km.

5.2.4.1.2 PARNA da Serra do Itajaí

Através do Decreto s/nº, do dia 4 de junho de 2004, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva cria o Parque Nacional da Serra do Itajaí (PNSI), abrangendo regiões dos Municípios de Ascurra, Apiúna, Blumenau, Botuverá, Gaspar, Guabiruba, Indaial, Presidente Nereu e Vidal Ramos, no Estado de Santa Catarina, com o objetivo de preservar amostra representativa do bioma Mata Atlântica e os ecossistemas ali existentes, possibilitando a realização de pesquisa científica e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. O Parque Nacional compreende uma área de 57.374 hectares e altitudes de 80 a 1.039 metros.

Pesquisas realizadas anteriormente na região do Parque apontam números que revelam uma biodiversidade extremamente rica: 220 espécies de aves (38% de todas as espécies e 68% das terrestres de Santa Catarina); 56 espécies de mamíferos (38% de todas as espécies de Santa Catarina) e 40 espécies de anfíbios

(40% de todas as espécies de Santa Catarina). Segundo dados preliminares, a unidade detém hoje aproximadamente 357 espécies de árvores (47% das espécies do Estado) (IBAMA, 2009).

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes ao PNSI. As delimitações desse parque distam, em média, 13,5 quilômetros do eixo da rodovia, sendo essa distância variável entre 11 e 16 quilômetros.

5.2.4.1.3 FLONA de Ibirama

A Floresta Nacional doe Ibirama, criada pelo Decreto n° 95.818, de 11 de março de 1988, possui uma área de 570,58 hectares. Localiza-se nos municípios de Ibirama, Apiúna e Ascurra, em região de Mata Atlântica onde a umidade do ar é elevada e as áreas de encosta compõem paisagens de grande beleza cênica. A vegetação é característica da Floresta Ombrófila Densa, com uma grande variedade de espécies como: canela, peroba, cedros, figueiras e jacatirões, com bromélias e orquídeas em abundância.

Várias pesquisas são conduzidas não apenas com o palmito, espécie ameaçada de extinção, mas também com outros componentes da flora, como as bromélias e canela-preta. A fauna é muito rica e é possível observar animais silvestres de pequeno porte, como a cotia, paca, tamanduá-mirim, tatu, veado, gato-do-mato, cachorro-do-mato, mão-pelada, lebre e lontra nas matas da região.

Observa-se que a área de influência direta do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes à Flona de Ibirama. As delimitações dessa área de uso sustentável distam, em média, 23 quilômetros do eixo da rodovia.

5.2.4.2 Unidades de Conservação Estaduais

5.2.4.2.1 REBIO Estadual da Canela Preta

Estendendo-se pelos municípios de Botuverá e Nova Trento, ambos pertencentes ao Estado de Santa Catarina, a Reserva Biológica da Canela Preta foi fundada em 20 de junho de 1980, pelo Decreto nº 11.232, com área de 1.844

hectares. Posteriormente foram anexados 55 hectares, através do Decreto nº 4.840, de 23 de setembro de 1994, totalizando 1.899 hectares. Seu nome vem da canela-preta (*Ocotea catharinensis*), que predomina na área. O local é coberto pela Mata Atlântica e, além da canela-preta, encontra-se também grande quantidade de palmiteiros. A região tem vários morros, formando inúmeros vales, onde correm rios que formarão a bacia do rio Itajaí-Açú e a do rio Tijucas. Por abrigar espécies de vegetação que estão desaparecendo em nosso Estado, o local não está aberto ao público, funcionando como uma importante reserva genética e área para pesquisa científica.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes à Rebio Estadual da Canela Preta. As delimitações dessa área de uso sustentável distam, em média, 44 quilômetros do eixo da rodovia, sendo essa distância variável entre 43 e 45 quilômetros.

5.2.4.2.2 REBIO Estadual do Sassafrás

Essa reserva biológica, criada em 4 de fevereiro de 1977, através do Decreto nº 2.221, é dividida em duas áreas, uma com 3.862 hectares no município de Doutor Pedrinho, outra com 1.361 hectares no município de Benedito Novo. Abrigando uma área remanescente da Floresta Atlântica, a reserva ganhou esse nome por ser o habitat da canela sassafrás (*Ocotea pretiosa*), uma espécie de árvore que se encontra ameaçada de extinção e está sendo protegida na reserva. A área maior é a que está mais preservada. Coberta por uma densa vegetação ela tem um relevo bastante acentuado, com inúmeros vales cortados por córregos e cachoeiras. As reservas são locais de preservação onde só é permitida a entrada de pesquisadores.

Observa-se que a área de influência direta do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes à Rebio Estadual do Sassafrás. As delimitações dessa área de proteção integral distam, em média, 38 quilômetros do eixo da rodovia, sendo essa distância variável entre 37 e 39 quilômetros.

5.2.4.3 Unidades de Conservação Municipais

5.2.4.3.1 Parque Natural Municipal Nascentes do Garcia (Parque das Nascentes)

O Parque Natural Municipal das Nascentes do Garcia (agora inserido no PARNA da Serra do Itajaí) situa-se a 23 km ao sul de Blumenau. Possui uma área de 5.300 hectares, com uma exuberante floresta e centenas de nascentes de rios. O Parque foi criado em 1998, através da Lei Municipal nº 4.990, como o maior parque municipal do Brasil, com uma área de 10% do município de Blumenau. Seus proprietários, Furb e Prefeitura de Blumenau, foram seus mantedores e gestores até o final do ano de 2008. A administração é feita por um conselho de administração composto por Furb e Faema, e executado a através de Oscip.

A vegetação do parque é composta basicamente por Mata Atlântica, sendo que 10% da área é coberta por madeira de lei jamais explorada. Entre as árvores, encontram-se: jacatirão, planta de crescimento rápido que se desenvolve antes de outras espécies; embaúba, que tem o tronco oco povoado por uma espécie de formiga; canelas de vários tipos, como a preta e a sassafrás; cedros; perobas e tanheiros. O Parque é habitado por inúmeras espécies da fauna e já foram avistados vestígios de pumas. O Parque das Nascentes abriga 70 espécies de mamíferos, 367 espécies de árvores e arbustos, 37 espécies de anfíbios e 240 espécies de aves.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes ao Parque. As delimitações dessa área de proteção integral distam, em média, 17,5 quilômetros do eixo da rodovia, sendo essa distância variável entre 14 e 21 quilômetros.

5.2.4.3.2 Parque Natural Municipal Bromberg

O Parque Natural Municipal Bromberg, com a área aproximada de 6,78 hectares, foi criado em 2002 e corresponde ao remanescente, ainda não ocupado, das terras adquiridas da empresa Bromberg & Cia. Os objetivos da criação desse Parque são:

- preservar a floresta existente nos limites do Parque, impedindo qualquer tipo de ocupação;

- preservar o patrimônio natural representando pela fauna, flora e paisagem, de modo que possa ser utilizado como área de interesse ecológico, de educação ambiental e de pesquisa científica;
- proteger o meio ambiente, evitando a sua degradação, através do combate à poluição e da manutenção do seus recursos hídricos.

O Parque Natural Municipal Bromberg é administrado pela Fundação Municipal do Meio Ambiente (Faema), em articulação com os demais órgãos da Administração Municipal, especialmente com a Superintendência de Habitação, o Instituto de Pesquisas e Planejamento Urbano de Blumenau (Ippub) e com a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos.

Observa-se que a área de influência direta do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes ao Parque. As delimitações dessa área de proteção integral distam, em média, 15,5 quilômetros do eixo da rodovia, sendo essa distância variável entre 15 e 16 quilômetros.

Como pode-se verificar no Mapa de Unidades de Conservação (vide página 63, do Volume 2 – Mapeamento Temático, Tomo II), o Parque Natural Municipal Bromberg está inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) do Parque Natural Municipal Bromberg. Essa APA, de uso sustentável, é administrada pelos mesmos gestores do Parque e não tem uma área delimitada.

5.2.4.3.3 Parque Municipal São Francisco de Assis

O Parque Natural Municipal São Francisco de Assis está localizado no município de Blumenau e possui uma área aproximada de 22,29 hectares. Foi criado através da Lei Complementar nº 99/95. O parque é coberto por Floresta Ombrófila Densa Atlântica primária e secundária em diferentes estádios sucessionais e de exuberante flora epifítica e de lianas, com 174 espécies de árvores catalogadas, 122 espécies de aves e outros animais que circulam livremente por entre a mata. Apresenta relevo acidentado, formando um vale com altitudes entre 35 e 135 metros. Possui coordenadas 26° 55'15"S e 49°05'30"W. O

clima é do tipo Temperado Úmido Verão Quente, sem estação seca. A temperatura média anual é de 20,1 °C e a pluviosidade de 1.446 milímetros anuais.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes ao Parque. As delimitações dessa área de proteção integral distam, em média, 13 quilômetros do eixo da rodovia.

Como pode-se verificar no Mapa de Unidades de Conservação (vide página 63, do Volume 2 – Mapeamento Temático, Tomo II), o Parque Natural Municipal São Francisco de Assis está inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) São Francisco de Assis. Essa APA, de 53 hectares e de uso sustentável, é administrada pelos mesmos gestores do Parque, ou seja, pela Fundação Municipal do Meio Ambiente (Faema).

5.2.4.3.4 ARIE Roberto Miguel Klein

A Área de Relevante Interesse Ecológico (Arie) Roberto Miguel Klein, com 0,35 hectares, localiza-se no município de Blumenau, Estado de Santa Catarina, e foi criada pela Lei Municipal nº 4.157/92. A área é administrada pelo município.

Observa-se que a área de influência direta do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a essa Arie. As delimitações dessa área de uso sustentável não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, assim, não se pode definir a distância da mesma em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.3.5 APA Padre Raulino Reitz

Com a finalidade de preservar os remanescentes florestais em estágios médios e avançados de regeneração natural, conforme resolução Conama nº 04, de 04 de maio de 1994, a Prefeitura Municipal de Blumenau declarou como Área de Proteção Ambiental (APA) as áreas rurais do município. Essa área, de aproximadamente 10.000 hectares, foi denominada de APA Padre Raulino Reitz. Dessa forma, ficam de fora da APA todas as áreas florestais desse município em estágio inicial de regeneração natural. Essa APA foi criada em fevereiro de 2001, sob o Decreto Municipal nº 6.797.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a essa APA. As delimitações dessa área de uso sustentável não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas. Dessa forma, não se pode definir a distância da mesma em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.3.6 APA Ilhas Fluviais do Rio Itajaí-Açu

A Área de Proteção Ambiental (APA) das Ilhas Fluviais do rio Itajaí-Açu, foi criada pelo poder público municipal em 10 de outubro de 1999, através do Decreto nº 6.435. Localizada na cidade de Blumenau (26º53'35"S e 49º08'24"W), essa Unidade de Conservação é constituída por um conjunto de 60 ilhas, totalizando 38,93 hectares. A floresta ciliar que se estende ao longo do rio e nas ilhas é formada pelos diversos estágios de sucessão de Floresta Atlântica que se caracteriza como ecossistema ripário, a ser estudado e preservado.

Observa-se que a área de influência direta do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a essa APA. As delimitações dessa área de uso sustentável não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, assim, não se pode definir a distância da mesma em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.3.7 APA dos Bateias

Localizado no Município de Gaspar, no Estado de Santa Catarina, a área de proteção ambiental dos Bateias possui 200 hectares e é administrada pelo próprio município.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a essa APA. As delimitações dessa área de uso sustentável distam, em média, 11 quilômetros do eixo da rodovia, sendo essa distância variável entre 10 e 12 quilômetros.

5.2.4.3.8 Parque Natural Municipal Rio Fortuna

Localizado no município de Timbó, no Estado de Santa Catarina, o Parque Natural Municipal do Rio Fortuna possui uma área de 30 hectares e é administrado pela prefeitura do município. Está a uma altitude média de 696 metros, sendo formado pela Floresta Atlântica Ombrófila Densa, nos estágios de vegetação secundária inicial, média e avançada de regeneração.

Observa-se que a área de influência direta do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a esse Parque. As delimitações dessa área de proteção integral não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, assim, não se pode definir a distância da mesma em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.3.9 Parque Natural Municipal Araponguinhas

Localizado no município de Timbó, no Estado de Santa Catarina, o Parque Natural Municipal Araponguinhas possui uma área de 40 hectares e é administrado pela prefeitura do município. Está a uma altitude média de 585 metros, sendo formado pela Floresta Atlântica Ombrófila Densa, nos estágios de vegetação secundária inicial, média e avançada de regeneração.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a esse Parque. As delimitações dessa área de proteção integral não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, assim, não se pode definir a distância da mesma em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.3.10 Parque Natural Municipal Franz Dann

Localizado no município de Timbó, no Estado de Santa Catarina, o Parque Natural Municipal Franz Dann possui uma área de 22 hectares e é administrado pela prefeitura do município. Está a uma altitude média de 70 metros, sendo formado pela Floresta Atlântica Ombrófila Densa, nos estágios de vegetação secundária inicial, média e avançada de regeneração.

Como pode-se verificar pelo Mapa de Unidades de Conservação (vide página 63, do Volume 2 – Mapeamento Temático, Tomo II), que foi elaborado com base no cartograma das áreas protegidas de Santa Catarina (FATMA, 2004), a AID considerada para o meio biótico atinge as zonas pertencentes a esse Parque. Porém, não se pode afirmar isso com certeza, pois as delimitações dessa área de proteção integral, segundo a Fatma (2004), não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, não sendo possível, dessa forma, a definição de sua localização exata. Devido a esse fato, também não se pode definir a distância do Parque em relação ao eixo da rodovia.

De qualquer modo, ressalta-se que a BR-470 é anterior a criação dessa UC e sua duplicação não causará degradação nesse Parques.

5.2.4.3.11 APA Cedro Margem Direita e APA Cedro Margem Esquerda

As Áreas de Proteção Ambiental Cedro Margem Esquerda (com 800 hectares) e Cedro Margem Direita (com 400 hectares) foram criadas a partir dos Decretos nº 2.222, de 02 de outubro de 1986, e nº 2.317, de 06 de julho de 1987, respectivamente. Ambas localizam-se no município de Timbó, no Estado de Santa Catarina. São formadas pela Floresta Atlântica Ombrófila Densa, estágios de vegetação secundária inicial, média avançada de regeneração, pastagens e lavouras agrícolas.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a essas APAs. As delimitações dessas áreas de uso sustentável não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, assim, não se pode definir a distância das mesmas em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se tem uma localização exata.

5.2.4.3.12 APA do Rio Itajaí Mirim Botuverá

Localizado no município de Botuverá, Estado de Santa Catarina, a Área de Proteção Ambiental do rio Itajaí Mirim possui uma área de 5.881 hectares e é administrada pela prefeitura do município.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a APA. As delimitações dessa área de uso sustentável distam, em média, 30,5 quilômetros do eixo da rodovia, sendo essa distância variável entre 23 e 35 quilômetros.

5.2.4.3.13 APA da Serra do Brilhante

Criada pelo Decreto nº 2.832, de 22 de setembro de 1993, está localizada no município de Itajaí e possui uma área de 2.014,7 hectares ocupados por remanescente da Floresta Tropical Atlântica.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a APA. As delimitações dessa área de uso sustentável distam, em média, 21,5 quilômetros do eixo da rodovia, sendo essa distância variável entre 20 e 23 quilômetros.

5.2.4.3.14 Parque Natural Municipal Grutas de Botuverá

O Parque Natural Municipal das Grutas de Botuverá se situa na região do Vale do Itajaí, a leste do Estado de Santa Catarina. O Parque foi criado pela Lei Municipal n° 820, de 21 de setembro de 1999, com os seguintes objetivos: conservar em estado natural uma parcela significativa do patrimônio espeleológico da região; proteger uma pequena amostra da Floresta Atlântica; proteger espécies da fauna cavernícola; fomentar atividades de pesquisa científica e monitoramento ambiental; e possibilitar atividades de recreação e educação ambiental.

O Parque possui 32,51 hectares de grande relevância ambiental, por proteger as Grutas de Botuverá I e II além do fragmento de vegetação da Mata Atlântica. Possui aproximadamente 1.200 metros de extensão. É composto por uma grande variedade de espeleotemas (esculturas feitas pela água), tais como travertinos, cortinas, couves-flor, chão de estrelas, fendas, vielas, estalactites, estalagmites e passagens distribuídas em labirintos e salões. Constitui um conjunto inigualável e eternizando por pingos de água que gotejam continuamente do teto a centenas e milhares de anos.

A diversidade biológica nessa gruta é considerada alta para uma cavidade sem curso d'água no Brasil. Nela foram registradas sete espécies de morcegos e mais 35 espécies de invertebrados.

Em relação à conservação do patrimônio espeleológico, o parque é a primeira unidade no Estado de Santa Catarina a proteger especificamente uma caverna.

A Gruta de Botuverá I possui alta relevância biológica, não só por apresentar uma fauna bastante diversificada, como pelo elevado número de troglóbios (espécies restrita ao interior das cavidades) encontrados unicamente nessa caverna (sete espécies). Além disso a Gruta de Botuverá I merece uma atenção especial por receber considerável número de visitantes a cada mês, fato que a torna especialmente vulnerável. A gestão da Unidade está a cargo da Prefeitura Municipal de Botuverá.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a esse Parque. As delimitações dessa área de proteção integral não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, assim, não se pode definir a distância da mesma em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.3.15 APA da Represa Alto Rio Preto

Localizada em partes do município de Rio Negrinho e Dr. Pedrinho, no Estado de Santa Catarina, essa APA foi criada pela Lei Municipal nº 1.095, de 17 de agosto de 1998, com o objetivo de preservar os ecossistemas que compõem a Represa Alto Rio Preto, no rio de mesmo nome, para a conservação da água e fomento do uso sustentado dos recursos naturais, do turismo ecológico, da educação ambiental, recreação não destrutiva e proteção da fauna silvestre.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a APA. As delimitações dessa área de uso sustentável distam, em média, 41 quilômetros do eixo da rodovia.

5.2.4.4 Unidades de Conservação Particulares

5.2.4.4.1 RPPN Bioestação Águas Cristalinas

A Reserva Particular do Patrimônio Nacional localiza-se no município de Guabiruba, no Estado de Santa Catarina. A reserva é uma área de preservação de Mata Atlântica com 102,96 hectares, criada pela Portaria nº 19/02. O proprietário da estação é a Bioestação Águas Cristalinas.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a essa Reserva. As delimitações dessa área de proteção integral não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, assim, não se pode definir a distância da mesma em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.4.2 RPPN Chacará Edith

A RPPN Chacará Edith localiza-se no município de Brusque e possui uma área de 509,32 hectares. A reserva pertence a Anete Hoffmann e Wilson e Ligia Moreli. O reconhecimento da Chácara Edith, antiga Fazenda Hoffmann, como RPPN data de 2001. Entretanto, o trabalho de preservação da natureza nas suas terras remonta à década de 1920, quando Willy Hoffmann, então ainda menino, convenceu seu pai Henrique, proprietário das terras, a abandonar a exploração de madeira e permitir a regeneração da mata nos locais devastados. Desde então, nenhuma outra atividade que envolvesse o comprometimento da biodiversidade foi permitida.

A principal meta dos atuais proprietários, filhas e genro de Willy, é disponibilizar a reserva para projetos de ensino e pesquisa. São 415,69 hectares cobertos por Mata Atlântica, situados na área central da cidade de Brusque, habitados por espécies nativas, algumas em extinção como lontra, maracajá, bugio, tamanduá-mirim, tatu, gralha azul, saíra-de-sete-cores etc.

As principais atividades do parque são a fiscalização, pesquisa científica, educação ambiental, turismo e lazer.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a essa RPPN. As delimitações dessa área de

proteção integral não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, assim, não se pode definir a distância da mesma em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.5 Áreas Protegidas

5.2.4.5.1 Reserva Ambiental Natureza Viva

Localizada em Blumenau, no Estado de Santa Catarina, é uma área de conservação sob administração desse município.

Observa-se que a AID do empreendimento, considerada para o meio biótico, não atinge as zonas pertencentes à Reserva. As delimitações dessa área não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, assim, não se pode definir a distância da mesma em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.5.2 Reserva Ecológica do Bom Retiro (Cia. Hering)

Localizada no município de Blumenau é uma área de conservação com 453,5 hectares, pertencente a Cia. Hering.

Como pode-se verificar pelo Mapa de Unidades de Conservação (vide página 63, do Volume 2 – Mapeamento Temático, Tomo II) a AID considerada para o meio biótico atinge as zonas pertencentes a essa Reserva. Porém, não se pode afirmar isso ao certo, pois as delimitações dessa área, segundo a Fatma (2004), não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, não sendo possível, assim, a definição de sua localização exata. Devido a esse fato, também não se pode definir a distância da Reserva em relação ao eixo da rodovia.

De qualquer modo, ressalta-se que a BR-470 é anterior a criação dessa UC e sua duplicação não causará degradação nesse Parques.

5.2.4.5.3 Parque Ecológico Spitzkopf

O Parque Ecológico Spitzkopf ou Parque do Spitzkopf é uma área privada com finalidades turísticas situada a cerca de 15 km do centro da cidade de Blumenau, no Estado de Santa Catarina. Seu nome deve-se ao morro Spitzkopf,

situado em seu interior. O parque tem área de cerca de 500 hectares, grande parte coberta por remanescentes da Mata Atlântica. Há inúmeras nascentes, trilhas, quedas d'água e uma piscina natural. O parque é de propriedade particular de Udo Chadrack.

O Parque possui lagos com aves aquáticas, e chalés, sendo utilizado para recreação aos finais de semana.

Observa-se que a AID do empreendimento, considerada para o meio biótico, não atinge as zonas pertencentes a esse Parque. As delimitações dessa área não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, assim, não se pode definir a distância da mesma em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.5.4 Parque Municipal Foz do Ribeirão Garcia

Localizado no centro de Blumenau, a área verde do parque remete momentos de tranquilidade e reflexão em meio à natureza. Criado em 2000, o parque apresenta o "Arvoredo Blumenau 150 anos" onde cada árvore representa um ano da história da cidade, onde tudo começou. O parque faz parte de uma área de preservação ambiental.

Observa-se que a AID do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge as zonas pertencentes a esse Parque. As delimitações dessa área não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, assim, não se pode definir a distância da mesma em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.5.5 Parque Botânico do Morro Baú

O Parque Botânico do Morro do Baú, criado em 1963, localiza-se na localidade de Alto Baú (coordenadas 26°47'10" e 26°50'15" S e 48°55'33" e 48°57'25" W.), no município de Ilhota, em Santa Catarina. Ele abrange uma área de aproximadamente 750 hectares de Floresta Ombrófila Densa da Encosta Atlântica, em bom estado de conservação e apresenta grande valor paisagístico, com cachoeiras, grutas e um pico de 819 metros. De propriedade do Herbário Barbosa

Rodrigues, seu principal objetivo é preservar e desenvolver pesquisa sobre conservação e manejo de florestas e implementar educação ambiental, junto a seus visitantes e moradores vizinhos do Parque. Junto à sede do Parque existe uma área de *camping*, bem como banheiros femininos e masculinos, área com churrasqueiras, e vasto espaço para a prática de esportes como voleibol e futebol. Atualmente a área foi gravemente atingida pelos fenômenos metereológicos de 2008.

Observa-se que a área de influência direta do empreendimento considerada para o meio biótico não atinge a área do Parque. As delimitações dessa zona de proteção integral distam, em média, 7,5 quilômetros do eixo da rodovia, sendo essa distância variável entre 7 e 8 quilômetros.

5.2.4.5.6 Parque Florestal Refúgio

Localizado no município de Gaspar, no Estado de Santa Catarina, o Parque Florestal Refúgio possui uma área de 220 hectares e é administrado pelo município.

Como pode-se verificar pelo Mapa de Unidades de Conservação (vide página 63, do Volume 2 – Mapeamento Temático, Tomo II) a AID considerada para o meio biótico atinge as zonas pertencentes a esse Parque. Porém, não se pode afirmar isso ao certo, pois as delimitações dessa área de proteção integral, segundo a Fatma (2004), não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, não sendo possível, dessa forma, a definição de sua localização exata. Devido a esse fato, também não se pode definir a distância do Parque em relação ao eixo da rodovia.

De qualquer modo, ressalta-se que a BR-470 é anterior a criação dessa UC e sua duplicação não causará degradação nesse Parques.

5.2.4.5.7 Parque Ecológico das Quedas (a ser confirmado)

Localizado no município de Brusque, no Estado de Santa Catarina, o Parque Ecológico das Quedas possui uma área de 6 hectares.

Observa-se que a AID do empreendimento, considerada para o meio biótico, não atinge as zonas pertencentes a esse Parque. As delimitações dessa área não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, dessa forma, não se pode definir a

distância da mesma em relação à rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.5.8 Parque Florestal Bütner (a ser confirmado)

Localizado no município de Brusque, no Estado de Santa Catarina, o Parque Florestal Bütner possui uma área de 467 hectares.

Observa-se que a AID do empreendimento, considerada para o meio biótico, não atinge as zonas pertencentes a esse Parque. As delimitações dessa área não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, assim, não se pode definir a distância da mesma em relação ao eixo da rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.5.9 Parque Cachoeira (a ser confirmado)

Localizado no município de Brusque, no Estado de Santa Catarina, o Parque Cachoeira possui uma área de 10 hectares, sendo administrado pelo município.

Destaca-se que a AID do empreendimento, considerada para o meio biótico, não atinge as zonas pertencentes a esse Parque. As delimitações dessa área não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, dessa forma, não se pode definir a distância da mesma em relação à rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.5.10 Parque Véu de Noiva

Localizado no município de Dr. Pedrinho, no Estado de Santa Catarina, o Parque Véu da Noiva possui uma área de 17 hectares. A cachoeira Véu de Noiva, com uma queda de aproximadamente 63 metros, situa-se em local de rara beleza natural, sendo visitada por muitas pessoas, amantes da natureza, nos finais de semana.

Destaca-se que a AID do empreendimento, considerada para o meio biótico, não atinge as zonas pertencentes a esse Parque. As delimitações dessa área não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, dessa forma, não se pode definir a

distância da mesma em relação à rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.4.5.11 Parque da Canhanduba

Localizado no município de Itajaí, no Estado de Santa Catarina, o Parque da Canhanduba é formado por ambiente de Floresta Ombrófila Densa e tem sua área administrada pelo referido município.

Destaca-se que a AID do empreendimento, considerada para o meio biótico, não atinge as zonas pertencentes a esse Parque. As delimitações dessa área não foram mapeadas por carta ou georreferenciadas, dessa forma, não se pode definir a distância da mesma em relação à rodovia, uma vez que não se sabe a sua localização exata.

5.2.5 Bioindicadores

Os resultados obtidos mostram que entre os grupos faunísticos estudados a ornitofauna apresenta, sob o prisma da eficiência da resposta às alterações ambientais, o melhor grupo para servir de bioindicação de modificação do habitat.

Esse grupo resume os elementos caracterizadores necessários para o monitoramento do progresso paulatino e contínuo do estado atual para o futuro. Entre os elementos identificados tem-se registros de táxons ameaçados, raros, endêmicos, muito resistentes à degradação ambiental (sinantrópicos) e muito susceptíveis à degradação ambiental. Importante salientar que na região do Vale do Itajaí, fruto do esforço de pesquisa em ornitologia, as Famílias dessa Ordem têm sua biologia bem conhecida. Sendo assim, esse é um grupo relativamente fácil para implementação de trabalhos de campo, já que é possível obter bons resultados sem a necessidade de captura.

5.2.6 Síntese

O resultado final do estudo do meio biótico deve ser analisado sob o prisma da paisagem local, considerando, para tanto, a avaliação das fitofisionomias

regionais e dos grupos faunísticos eleitos como indicadores ambientais (aves, mamíferos, anfíbios, répteis, insetos e peixes).

Esses estudos foram direcionados para correlacionar os seguintes quesitos:

- qual a situação de conservação da área diretamente afetada;
- qual a complexidade faunística e se existem espécies de interesse para conservação na área afetada;
- qual a importância ecológica do remanescente afetado (após correlação dos dois quesitos citados acima).

Apesar de grande parte dos ambientes marginais à rodovia BR-470 apresentarem-se alterados e/ou ocupados por atividades antrópicas de características urbanas e rurais, observa-se atualmente a presença de diversos remanescentes florestais nessas margens, principalmente em estágio avançado de regeneração com diversidade vegetal e faunística alta, característica inerente ao bioma Mata Atlântica.

No arranjo geral, os fragmentos, por atuarem como área de deriva de alguns grupos florestais e por estabelecerem contato com áreas campestres (pastagens), destacam-se como sendo aqueles sistemas dotados de maior riqueza biótica.

Foi possível perceber duas grandes unidades ambientais, uma vez que os resultados mostraram que o trecho Gaspar – Blumenau – Indaial é diferente do trecho Navegantes - Gaspar:

- no trecho entre Gaspar e Blumenau seguindo um padrão comum aos neotrópicos, as formações florestais notabilizam-se por manterem alta riqueza de espécies. Na região, o arranjo florestal remanescente é essencialmente o de matas de encosta, dentro das unidades submontanas, todos os grupos faunísticos concluíram que estes remanescentes mais conservados são importantes para a manutenção da biodiversidade e que, em caso de intervenção, devem ser aplicados os programas de resgate de fauna;
- no trecho Navegantes – Gaspar, apesar de grande áreas sem a cobertura original, pela presença de corpos d'água e baixa ocupação urbana, foram

registrados mais atropelamentos de mamíferos (furão, graxaim, mão-pelada, tatus entre as espécies mais comuns).

Dos itens acima, concluímos que:

- na identificação de áreas de risco a situação do setor Navegantes – Gaspar merece atenção na implantação de passa faunas;
- a recuperação ambiental deve priorizar a conectividade dos remanescente florestais da região entre Gaspar e Indaial.

5.2.7 Conclusão

A necessidade de execução das atividades construtivas para ampliação lateral das pistas de rolagem da rodovia BR-470 resulta, inevitavelmente, na supressão de vegetação florestal em determinados trechos, incluindo-se ainda as inúmeras árvores nativas ocorrentes junto à vegetação ruderal viária e às áreas de ocupação humana.

Espera-se um aumento considerável de atropelamentos da fauna, situação que pode ser amenizada com a instalação de passa-faunas.

A recuperação de áreas, fruto das medidas mitigadoras e compensatórias serão suficientes para compensar a vegetação que deverá se suprimida no processo construtivo.