

## ÍNDICE

<b>9. SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL</b> .....	<b>7</b>
9.1. ANÁLISE INTEGRADA.....	7
9.2. SÍNTESE DAS CONDIÇÕES SOCIOAMBIENTAIS E TENDÊNCIAS.....	12
9.3. SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL.....	15
9.4. PONTOS CRÍTICOS.....	17
<b>10. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS / MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS</b> .....	<b>20</b>
10.1. METODOLOGIA.....	21
10.1.1. Caracterização e quali-quantificação dos impactos ambientais.....	22
10.1.1.1. Magnitude.....	22
10.1.1.2. Significância.....	22
10.1.1.3. Natureza.....	22
10.1.1.4. Forma.....	22
10.1.1.5. Prazo de ocorrência.....	23
10.1.1.6. Constância/duração.....	24
10.1.1.7. Abrangência.....	24
10.1.1.8. Reversibilidade.....	24
10.1.1.9. Cumulatividade e sinergia.....	24
10.1.2. Estrutura de apresentação.....	25
10.2. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES TRANSFORMADORAS.....	25
10.2.1. Fase de implantação.....	25
10.2.1.1. Contratação de trabalhadores.....	25
10.2.1.2. Preparo do terreno e instalação do canteiro de obras.....	26
10.2.1.3. Geração de resíduos sólidos.....	26
10.2.1.4. Geração de ruídos e vibrações.....	26
10.2.1.5. Intensificação do tráfego de veículos (leves e pesados).....	26
10.2.1.6. Geração de efluentes (sanitários e águas de serviço).....	27
10.2.1.7. Geração de particulados, gases e fumaça.....	27
10.2.2. Fase de operação.....	28
10.2.2.1. Contratação de trabalhadores.....	28
10.2.2.2. Produção de energia.....	28
10.2.2.3. Geração de efluentes líquidos não radioativos.....	28
10.2.2.4. Geração de emissões atmosféricas não radioativas.....	29
10.2.2.5. Produção de resíduos sólidos (não radioativos).....	29
10.2.2.6. Produção de rejeitos sólidos radioativos.....	29
10.2.2.7. Geração de rejeitos líquidos radioativos.....	30
10.2.2.8. Geração de rejeitos gasosos radioativos.....	30
10.3. DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS – FASE DE IMPLANTAÇÃO.....	31
10.3.1. Meio Físico.....	31
10.3.1.1. Potencialização da suscetibilidade a deslizamentos em áreas de encostas.....	32
10.3.1.2. Alteração da qualidade das águas.....	34
10.3.1.3. Alteração da qualidade do ar.....	36
10.3.1.4. Início ou aceleração de processos erosivos.....	38
10.3.1.5. Contaminação do solo por produtos químicos, combustíveis, óleos e graxas.....	39
10.3.2. Meio Biótico.....	40
10.3.2.1. Pressão para a ocupação de áreas protegidas.....	41
10.3.2.2. Redução da cobertura vegetal.....	43
10.3.2.3. Aumento do número de atropelamentos da fauna.....	45
10.3.2.4. Alteração da diversidade e abundância das comunidades terrestres.....	46

10.3.2.5.	Modificação da paisagem cênica natural .....	48
10.3.2.6.	Evasão da fauna .....	49
10.3.2.7.	Aumento no risco de extinção da fauna e flora.....	51
10.3.3.	Meio Socioeconômico .....	52
10.3.3.1.	Aumento da pressão sobre os serviços de infra-estrutura básica de saúde (aumento da incidência de doenças) .....	53
10.3.3.2.	Aumento da pressão sobre os serviços de infra-estrutura básica de transportes rodoviários 55	
10.3.3.3.	Aumento de pressão sobre os serviços de infra-estrutura básica de educação.....	57
10.3.3.4.	Aumento de pressão sobre os serviços de infra-estrutura básica de segurança pública (aumento dos índices de violência e criminalidade) .....	58
10.3.3.5.	Variação da arrecadação tributária.....	60
10.3.3.6.	Variação da massa salarial.....	61
10.3.3.7.	Variação do dinamismo econômico.....	63
10.3.3.8.	Desenvolvimento tecnológico.....	65
10.3.3.9.	Aumento de pressão sobre os serviços de infra-estrutura básica de saneamento.....	66
10.3.3.10.	Ocupação desordenada do solo .....	67
10.3.3.11.	Incidência de acidentes no trabalho .....	69
10.3.3.12.	Exposição de pessoas a ruídos e vibrações .....	70
10.3.3.13.	Aumento do risco de acidentes rodoviários .....	72
10.3.3.14.	Aumento da pressão nos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos (não radioativos) 73	
10.3.3.15.	Desmobilização da mão-de-obra.....	76
10.4.	FASE DE OPERAÇÃO .....	77
10.4.1.	Meio Físico .....	77
10.4.1.1.	Considerações sobre emissões radioativas (líquidas e gasosas) .....	77
10.4.1.2.	Alteração da qualidade das águas .....	78
10.4.1.3.	Alteração da qualidade do ar.....	82
10.4.2.	Meio Biótico .....	83
10.4.2.1.	Alteração do ecossistema marinho.....	83
10.4.2.2.	Variação da diversidade e abundância das comunidades aquáticas marinhas .....	85
10.4.3.	Meio Socioeconômico .....	86
10.4.3.1.	Considerações sobre exposição das pessoas (trabalhadores e indivíduos públicos) à radiação 86	
10.4.3.2.	Confiabilidade do setor elétrico .....	87
10.4.3.3.	Auto-suficiência de energia elétrica do Estado do Rio de Janeiro.....	88
10.4.3.4.	Variação da arrecadação tributária.....	89
10.4.3.5.	Variação da massa salarial.....	90
10.4.3.6.	Variação do dinamismo econômico.....	91
10.4.3.7.	Aumento da pressão nos serviços de gerenciamento de rejeitos radioativos.....	93
10.4.3.8.	Desenvolvimento tecnológico.....	95
10.4.3.9.	Aumento da pressão nos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos (não radioativos)96	
10.5.	MATRIZ QUALI-QUANTITATIVA.....	99
10.5.1.	Fase de implantação.....	99
10.5.2.	Fase de operação .....	101
10.6.	CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESCOMISSIONAMENTO.....	103
10.6.1.	Impactos previstos .....	104
10.7.	CONSIDERAÇÕES SOBRE SEGURANÇA E RISCO DE ACIDENTES NUCLEARES .....	105
10.8.	IMPACTO RADIOLÓGICO.....	105
<b>11.</b>	<b>PROGRAMAS AMBIENTAIS.....</b>	<b>149</b>
11.1.	PROGRAMA AMBIENTAL DE CONSTRUÇÃO .....	149
11.1.1.	Justificativa .....	149

11.1.2.	Objetivos.....	149
11.1.3.	Metas.....	149
11.1.4.	Público Alvo .....	150
11.1.5.	Metodologia e Descrição do Programa.....	150
11.1.6.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	151
11.1.7.	Etapas de Execução.....	151
11.1.8.	Responsáveis.....	151
11.2.	PROGRAMA DE CONTROLE DE IMPACTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS – MONITORAÇÃO DAS ENCOSTAS DE ITAORNA .....	152
11.2.1.	Justificativa .....	152
11.2.2.	Objetivos.....	152
11.2.3.	Metas.....	152
11.2.4.	Metodologia e Descrição do Programa.....	152
11.2.5.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	153
11.2.6.	Etapas de Execução.....	153
11.2.7.	Responsáveis.....	153
11.3.	PROGRAMA DE CONTROLE DO USO DO SOLO .....	153
11.4.	PROGRAMA DE MANEJO DE RISCOS DE INUNDAÇÃO.....	153
11.5.	PROGRAMA DE OBSERVAÇÃO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS – AQUISIÇÃO DE DADOS METEOROLÓGICOS .....	154
11.5.1.	Justificativa .....	154
11.5.2.	Objetivos.....	154
11.5.3.	Metas.....	154
11.5.4.	Indicadores.....	154
11.5.5.	Público Alvo .....	154
11.5.6.	Metodologia e Descrição do Programa.....	155
11.5.7.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	155
11.5.8.	Etapas de Execução.....	155
11.5.9.	Responsáveis.....	156
11.6.	PROGRAMA DE MONITORAÇÃO E CONTROLE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS – PMCQA .....	156
11.6.1.	Justificativa .....	156
11.6.2.	Objetivos.....	156
11.6.3.	Metas.....	156
11.6.4.	Público Alvo .....	156
11.6.5.	Metodologia e Descrição do Programa.....	156
11.6.6.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	157
11.6.7.	Etapas de Execução.....	157
11.6.8.	Responsáveis.....	157
11.7.	PROGRAMA DE CONTROLE AMBIENTAL DA ÁREA DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAMOIOS .....	157
11.8.	PROGRAMA DE REMANEJAMENTO DA POPULAÇÃO.....	158
11.9.	PROGRAMA DE RELOCAÇÃO DE INFRA-ESTRUTURA.....	158
11.10.	PROGRAMA DE SAÚDE PÚBLICA .....	159
11.10.1.	Justificativa .....	159
11.10.2.	Objetivos.....	159
11.10.3.	Metas.....	159
11.10.4.	Indicadores.....	160
11.10.5.	Público Alvo .....	160
11.10.6.	Metodologia e Descrição do Programa.....	160
11.10.7.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	160
11.10.8.	Etapas de Execução.....	160
11.10.9.	Responsáveis.....	161
11.11.	PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO .....	161
11.12.	PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL .....	161
11.12.1.	Justificativa .....	161

11.12.2.	Objetivos.....	162
11.12.3.	Metas.....	162
11.12.4.	Público Alvo .....	162
11.12.5.	Metodologia e Descrição do Programa.....	162
11.12.6.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	164
11.12.7.	Etapas de Execução.....	164
11.12.8.	Responsáveis.....	164
11.13.	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....	164
11.13.1.	Justificativa .....	164
11.13.2.	Objetivos.....	164
11.13.3.	Metas.....	165
11.13.3.1.	Projeto: Agenda 21 Local .....	165
11.13.3.2.	Projeto: 3Rs – Reduzir, Reutilizar e Reciclar .....	165
11.13.3.3.	Projeto: A Importância do Viveiro de Mudanças de Plantas Nativas .....	165
11.13.3.4.	Projeto: O Defeso – A sua Importância Econômica e Biológica.....	165
11.13.3.5.	Projeto: Estação Ecológica de Tamoios.....	166
11.13.3.6.	Projeto: Controle do Uso do Solo .....	166
11.13.4.	Indicadores.....	166
11.13.5.	Público Alvo .....	166
11.13.6.	Metodologia e Descrição do Programa.....	166
11.13.7.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	167
11.13.8.	Etapas de Execução.....	168
11.13.9.	Responsáveis.....	168
11.14.	PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL .....	168
11.15.	PROGRAMA DE DESCOMISSIONAMENTO .....	169
11.15.1.	Justificativa .....	169
11.15.2.	Objetivos.....	169
11.15.3.	Metas.....	169
11.15.4.	Processos de Descomissionamento .....	170
11.15.5.	Público Alvo .....	170
11.15.6.	Metodologia e Descrição do Programa.....	170
11.15.7.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	172
11.15.8.	Etapas de Execução.....	172
11.15.9.	Responsáveis.....	172
11.16.	PROGRAMA DE MONITORAMENTO SISMOLÓGICO REGIONAL .....	172
11.16.1.	Justificativa .....	172
11.16.2.	Objetivos.....	173
11.16.3.	Metas.....	173
11.16.4.	Público Alvo .....	173
11.16.5.	Metodologia e Descrição do Programa.....	174
11.16.6.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	174
11.16.7.	Etapas de Execução.....	174
11.16.8.	Responsáveis.....	174
11.17.	PROGRAMA DE MEDIDA DE TEMPERATURA NO SACO PIRAQUARA DE FORA E ITAORNA .....	175
11.17.1.	Justificativa .....	175
11.17.2.	Objetivos.....	175
11.17.3.	Metas.....	175
11.17.4.	Público Alvo .....	175
11.17.5.	Metodologia e Descrição do Programa.....	175
11.17.6.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	176
11.17.7.	Etapas de Execução.....	176
11.17.8.	Responsáveis.....	176
11.18.	PROGRAMA DE MONITORAÇÃO DA FAUNA E FLORA MARINHAS .....	176
11.18.1.	Justificativa .....	176

11.18.2.	Objetivos.....	176
11.18.3.	Metas.....	177
11.18.4.	Público Alvo .....	177
11.18.5.	Metodologia e Descrição do Programa.....	177
11.18.6.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	178
11.18.7.	Etapas de Execução.....	178
11.18.8.	Responsáveis.....	178
11.19.	PROGRAMA DE MEDIDA DE CLORO RESIDUAL NO SACO PIRAQUARA DE FORA .....	178
11.19.1.	Justificativa .....	178
11.19.2.	Objetivos.....	178
11.19.3.	Metas.....	178
11.19.4.	Público Alvo .....	179
11.19.5.	Metodologia e Descrição do Programa.....	179
11.19.6.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	179
11.19.7.	Etapas de Execução.....	179
11.19.8.	Responsáveis.....	180
11.20.	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS (NÃO RADIOATIVOS) .....	180
11.20.1.	Justificativa .....	180
11.20.2.	Objetivos.....	180
11.20.3.	Metas.....	180
11.20.4.	Classificações e Definições Utilizadas .....	180
11.20.5.	Público Alvo .....	181
11.20.6.	Metodologia e Descrição do Programa.....	181
11.20.7.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	182
11.20.8.	Etapas de Execução.....	182
11.20.9.	Responsáveis.....	182
11.21.	PROGRAMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS CONVENCIONAIS .....	183
11.21.1.	Justificativa .....	183
11.21.2.	Objetivos.....	183
11.21.3.	Metas.....	183
11.21.4.	Público Alvo .....	183
11.21.5.	Metodologia e Descrição do Programa.....	183
11.21.6.	Etapas de Execução.....	184
11.21.7.	Responsáveis.....	184
11.22.	PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL RADIOLÓGICO OPERACIONAL – PMARO.....	184
11.22.1.	Justificativa .....	184
11.22.2.	Objetivos.....	185
11.22.3.	Metas.....	185
11.22.4.	Público Alvo .....	185
11.22.5.	Metodologia e Descrição do Programa.....	185
11.22.6.	Inter-relação com outros Planos e Programas.....	186
11.22.7.	Etapas de Execução.....	186
11.22.8.	Responsáveis.....	186
<b>BIBLIOGRAFIA – VOLUME 5.....</b>		<b>187</b>
<b>ANEXOS – VOLUME 5 .....</b>		<b>190</b>

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - CNAAA – Destino dado aos Resíduos Sólidos gerados no período de operação de 2000 a 2003 .....	97
Tabela 2 - Liberação Anual Média de Efluentes Radioativos de Usinas Alemãs com Reatores a Água Pressurizada (Bq/ano).....	107
Tabela 3 - Liberações de Iodo e Aerossóis para a Atmosfera (Bq/a).....	107
Tabela 4 - Liberações para o Mar (Bq/a) .....	107
Tabela 5 - Liberações de Gases Nobres para a Atmosfera (Bq/a).....	107
Tabela 6 - Fatores de Dispersão Atmosférica ( $s/m^3$ ).....	109
Tabela 7 - Fatores de Dispersão Atmosférica ( $s/m^3$ ).....	111
Tabela 8 - Angra 3 – Fatores de Dispersão Atmosférica ( $s/m^3$ ).....	113
Tabela 9 – Fatores de Uso .....	123
Tabela 10 - Fatores de Dose para Gases Nobres.....	123
Tabela 11 - Fatores de Dose Equivalente Efetiva para Inalação (Sv/Bq). .....	123
Tabela 12 - Fatores de Dose Equivalente Efetiva para Ingestão (Sv/Bq). .....	124
Tabela 13 - Fatores de Dose.....	125
Tabela 14 - Fatores de Transferência para Elementos Estáveis.....	126
Tabela 15 - Fatores de Bio-acumulação para Peixes de Água Salgada e Invertebrados (Bq/kg)/(Bq/m <sup>3</sup> ). .....	127
Tabela 16 - Concentrações de Atividade de Aerossóis nos Alimentos (Bq/kg).....	127
Tabela 17 - Concentrações de Atividade no Solo (Bq/m <sup>2</sup> ).....	127
Tabela 18 - Concentrações de Atividade em Produtos Marinhos (Bq/kg).....	128
Tabela 19 - Concentrações de Atividade em Sedimentos Marinhos (Bq/m <sup>2</sup> ). .....	128
Tabela 20 - Dose Efetiva no Grupo Crítico resultante de Angra 1. ....	128
Tabela 21 - Dose Efetiva no Grupo Crítico resultante de Angra 2. ....	132
Tabela 22 - Dose Efetiva no Grupo Crítico resultante de Angra3. ....	136
Tabela 23 - Dose Efetiva no Grupo Crítico resultante das 3 Usinas .....	140
Tabela 24 - Dose Efetiva no Indivíduo do Público Resultante das 3 Usinas .....	144
Tabela 25 – Custo de descomissionamento previsto para as unidades operacionais da CNAAA. ....	172

## 9. SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL

Em consonância com o Termo de Referência ELPN/Ibama nº 017/99, referente ao Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra 3, que já conta com as unidades 1 e 2 (Angra 1 e Angra 2). A síntese da qualidade ambiental objetiva fornecer conhecimentos que subsidiem a identificação e a avaliação dos impactos ambientais decorrentes do empreendimento, possibilitando caracterizar a qualidade ambiental futura da região.

Assim, são dispostas a análise integrada, a síntese das condições socioambientais e tendências, a síntese da qualidade ambiental futura e os pontos críticos do empreendimento no cenário ambiental.

A partir do diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico, configura-se a análise integrada compondo tais meios em interações dentro da área de influência do empreendimento em proposição. Em prosseguimento, monta-se o prognóstico do cenário ambiental sem o empreendimento e com o empreendimento e, de tal modo, caracterizando a qualidade ambiental futura e observando-se os pontos críticos das atividades do empreendimento em questão.

### 9.1. ANÁLISE INTEGRADA

A área de influência do empreendimento em proposição é compreendida pela superfície limitada pela circunferência de raio de 50 km e centro no local previsto para a construção do reator da Unidade 3 da CNAEA (Angra 3). No entanto, compreende-se esta área de influência indireta para situar a região, mas é na área de influência direta que se concentram as relações de foco de interesse na análise integrada.

A área de influência indireta do empreendimento apresenta-se com uma superfície de 7.854,10 km<sup>2</sup>. A superfície formada pelos municípios inteiramente ou parcialmente contidos no círculo de 50 km de raio totaliza 9.203,88 km<sup>2</sup>. Nesta região, integram-se as mesorregiões vale paraibana paulista e sul fluminense, destacando-se Angra dos Reis e Parati, no Estado do Rio de Janeiro e de Arapeí, Bananal e São José do Barreiro, no Estado de São Paulo.

A própria morfologia da área condicionou as formas de uso social predominantes atualmente: infra-estrutura do turismo e de lazer, a unidade para a geração termonuclear da energia elétrica, terminais portuários e o uso agrícola e florestal. Tais usos compõem as relações sociais de cunho econômico entre o comércio, a indústria e os serviços.

Esta área tem sua estruturação socioespacial explicada por uma conjugação de fatores, históricos e geográficos. A área em foco consolida a sua organização espacial em paralelo ao processo de organização do território nacional. Pelos caminhos do ouro, a região conheceu o

apogeu, com uma economia rica, dinâmica e escravocrata. Com o declínio dessas atividades e o fim do trabalho escravo, a pecuária, o turismo e a indústria passaram a caracterizar os movimentos de estruturação da área.

Esta área tem uma paisagem peculiar em seus vários compartimentos ambientais. De acordo com sua posição latitudinal, esta região caracteriza-se por ser uma zona de transição entre os climas tropicais quentes e os climas do tipo temperado das latitudes médias. O sul da região sudeste é afetado pela maioria dos sistemas frontais que atinge o sul do país. As temperaturas médias são significativamente influenciadas pela combinação relevo-altitude, assim como o regime e a distribuição dos totais pluviométricos.

A interferência da topografia acidentada e compartimentada nesta região é marcante. As escarpas falhadas separam superfícies montanhosas, que mergulham para o interior, de áreas planas a suavemente onduladas, constituindo as baixadas litorâneas. A evolução lito-estrutural da região comporta uma série de episódios geodinâmicos que envolvem a formação e a destruição de rochas com grande amplitude de idades, num intervalo de tempo superior a 1 bilhão de anos. Nessa geo-história, passaram-se períodos e inúmeros processos metamórficos, que caracterizam o substrato rochoso dessa região do sudeste brasileiro.

Esta região apresenta geologia e geomorfologia características da Serra do Mar. Neste sentido, os aspectos climatológicos se destacam, pois a presença de água potencializa a instabilidade de encostas e taludes. A Serra do Mar constitui uma barreira orográfica de extrema importância para a elevação da precipitação nesta região do Brasil, principalmente na área de Angra dos Reis. Devido à topografia, que permite um escoamento rápido das águas para o oceano, os rios da região são de pequeno curso. Na faixa litorânea da região, predominam os solos hidromórficos.

Uma característica peculiar desta região no estado do Rio de Janeiro é a bacia hidrográfica da Baía de Ilha Grande com grande quantidade de rios e córregos, que apresentam diferenças significativas entre as declividades do curso superior e o inferior, quedas de água e cachoeiras. O regime dos rios é torrencial, proporcionando uma grande variação nos escoamentos superficiais entre os períodos secos e chuvosos, em função da morfologia da região e dos elevados índices pluviométricos, em 2.000 mm médios anuais.

Quase toda a rede hidrográfica converge diretamente para o oceano, com pequenas extensões, a exceção da bacia do rio Mambucaba, a maior da região, com nascentes no estado de São Paulo. Esta tem como principais afluentes, pela margem direita, os rios Guaripu e Funil e, pela esquerda, os rios Memória e Santo Antônio. Os demais rios da região com relativa importância são: Bracuí, Ariró, Mateus Nunes, Perequê-Açú, Jacuecanga, Japuiba, Pontal, Jurumirim, Bonito, Grataú, Conceição, Japetinga, Funil, Barra Grande, Pequeno, Mourisco, Meros e Parati-Mirim. Quanto aos aspectos hidrogeológicos, os mananciais respectivos encontram-se razoavelmente conservados. Assim, os aquíferos têm importância

hidrogeológica razoavelmente grande e boa qualidade química. Portanto, a região pode ser considerada de boa capacidade para exploração de águas subterrâneas.

Esta paisagem geográfica favoreceu ao domínio do bioma Mata Atlântica. A ocorrência deste tipo de vegetação relaciona-se a fatores climáticos e a pluviosidade bem distribuída durante o ano, sem um período biologicamente seco.

Nesta região, a ocupação humana modificou parte da paisagem. Na evolução, Angra dos Reis e Parati despontam como importantes centros turísticos, que convivem atualmente com a deteriorização de sua infra-estrutura e qualidade de vida, e Rio Claro, com uma economia praticamente estagnada. Além disso, Mangaratiba, município da microrregião de Itaguaí, integra a região com o distrito de Conceição do Jacareí.

Os principais incrementos ocorreram nas áreas urbanas desta região, em consequência do intenso processo de urbanização. Este movimento se dá de forma uniforme, quando se compara o segmento fluminense com o paulista. A política que impulsiona a urbanização no Brasil estimula o processo de industrialização em detrimento das atividades agrícolas.

Tais processos estimularam os fluxos populacionais nesta região. Os fluxos migratórios encontram-se presos aos centros históricos de polarização Resende - Barra Mansa, no Vale do Rio Paraíba do Sul, e o litoral de Angra dos Reis, em relações econômicas centradas nos processos de industrialização e serviços. O turismo hoje é o principal responsável pela dinâmica regional.

É na área de influência direta que se concentram as relações de foco de interesse na análise integrada. Por isso mesmo, considera-se em detalhes a área de influência direta constituída por duas áreas circulares concêntricas de raios 5 km e 15 km.

A área de influência direta da CNAAA está situada ao sudoeste do estado do Rio de Janeiro e possui um clima típico de região litorânea tropical que é influenciado por fatores tais como latitude e longitude, proximidade do mar, topografia, natureza da cobertura vegetal e, sobretudo, as frentes frias e brisas marítimas e terrestres. A pluviosidade na região da área de influência do empreendimento é uma das mais altas registradas no território brasileiro. Este clima é caracterizado pela elevada pluviosidade causada pela maritimidade e pela proximidade com a Serra do Mar que provoca chuvas orográficas. A temperatura média anual é em torno de 23 °C.

A paisagem da área de influência direta foi desenhada no final do Terciário e durante a totalidade do período Quaternário. Os depósitos sedimentares costeiros, fluviomarinhas e marinhas foram formados devido a sucessivas oscilações do nível do mar. A topografia montanhosa na região de Angra dos Reis configura problemas de instabilidade e que estão associados a sua acentuada inclinação, presença de espessa camada de material coluvial e a presença de água em períodos de chuvas. No entanto, sondagens geotécnicas indicam que os

principais prédios do empreendimento proposto estão assentados em rocha sã, porquanto em condições geotécnicas favoráveis.

A localização do empreendimento não sofre interferência das áreas de interesse mineral. Já a implantação da usina de Angra 3 pode incrementar as atividades de extração mineral no que tange a materiais de interesse para a construção civil. Os recursos minerais potenciais ou em exploração caracterizam-se em quase sua totalidade por materiais utilizados na construção civil.

A caracterização hidrogeológica indica que o maciço rochoso de Ponta Grande está em boas condições. A caracterização da água subterrânea da área do empreendimento evidencia a superfície do lençol freático como seguindo a superfície do terreno, localizada alguns poucos metros abaixo desta.

A avaliação dos parâmetros hidrodinâmicos dos maciços fraturados de fundação das usinas concluiu que os poços na área de influência do empreendimento apresentam características hidrodinâmicas típicas dos sistemas cristalinos do estado do Rio de Janeiro. Ou seja, estas configuram um aquífero pobre, de poucos recursos e pequenas vazões.

A Baía de Ilha Grande apresenta um litoral bastante recortado e morfologia típica de área de submersão, com algumas “rias” (Sacos do Mamanguá e de Parati-Mirim) e depósitos quaternários pouco desenvolvidos. A baía apresenta uma morfologia de fundo bastante variada, com a presença de canais fluviais submersos, oriundos de períodos de nível de mar mais baixos e um canal central, entre a ilha Grande e o continente, com acentuada depressão batimétrica, atingindo a profundidade de 55 m. A Baía de Ilha Grande é caracterizada pela existência de centenas de ilhas e parcéis, estando inserida em uma região distinta do resto do litoral brasileiro, com uma linha de costa única no Brasil, bastante recortada, bordejada por um extenso domínio montanhoso, que está associado à vertente sul da Serra do Mar, em contato direto com o mar. Esta é separada do continente por um marcante estreitamento e uma grande depressão batimétrica (Canal Central) entre a Ilha Grande e o continente. O Saco Piraquara de Fora é o local escolhido para o lançamento da água do mar, captada em Itaorna, do sistema aberto de resfriamento das usinas.

A região representa uma variação de profundidade entre seis e 12 metros, com largas faixas de costão rochoso, coberto por formações coralíneas, com diversidade faunística com biocenoses incrustantes e vágéis. O fundo rochoso/coralíneo é delimitado num fundo de areia coberto com cascalho de conchas, carapaças e fragmentos de corais.

Em conseqüência, há uma grande atividade e diversidade ictiofaunística nessa região, particularmente sobre os fundos de corais e entre as rochas, que formam grande quantidade de abrigo para os peixes.

Em torno da CNAAA, as praias se caracterizam por formações de Mata Atlântica que recobrem num contínuo a faixa litorânea, compondo áreas de restinga. Nesta região, há uma rica fitofisionomia de manguezal.

A vegetação próxima às praias e nas trilhas próximas à CNAAA, em direção a Angra dos Reis, se apresenta bastante conservada. A região onde está localizada a CNAAA, representa uma área de concentração e reprodução de muitas espécies de anfíbios e répteis. A área do entorno imediato à CNAAA está bem conservada, enquanto que a região de Angra dos Reis sofre um acelerado processo de degradação ambiental por desmatamento.

O estado de conservação das florestas locais varia de acordo com o grau de interferência antrópica em cada trecho. Assim sendo, parte da cobertura é atualmente constituída por uma vegetação secundária em estágios diversos de regeneração, ao passo que outras áreas são recobertas por florestas alteradas em sua composição e estrutura originais.

Algumas áreas de encosta são atualmente aproveitadas para atividades agrícolas, onde se destaca o cultivo de banana. Nas matas atingidas pela extração madeireira, a intensidade da alteração varia com a declividade e a dificuldade de acesso. De um modo geral, boa parte dos fragmentos florestais locais encontra-se desprovida de elementos arbóreos de maior calibre e valor comercial.

A história de ocupação e uso do solo na região em estudo responde pelas principais características do padrão atual de uso da terra e das modificações na paisagem registradas ao longo das últimas décadas. A expansão urbana propiciou o aumento das demandas de saneamento ambiental e de equipamentos urbanos. Tais vetores incidem em pressões diversificadas sobre os recursos naturais (flora, fauna, água, solos etc.).

Do período áureo da cana-de-açúcar e do café, restam ruínas de antigas fazendas, como da Fazenda Bracuí, onde se localizava um dos antigos cais, atual Condomínio Porto Marina Bracuhy. Ainda, também no antigo porto de Mambucaba, está a Vila Histórica de Mambucaba e o Eco Resort Hotel do Bosque. Empreendimentos hoteleiros e centros urbanos periféricos se encontram em outras áreas da planície litorânea, como Frade, Trindade, Laranjeiras.

O fator urbano na região é marcado pelas vilas residenciais da Eletronuclear - mais conjuntos habitacionais que vilas, na praia Brava e Mambucaba, a Vila Histórica de Mambucaba, e parte expressiva da vila do distrito de Cunhambebe, conhecida como Localidade do Frade. Nessa área a organização socioespacial é marcada pelo convívio de habitações precárias e condomínios de alto padrão econômico. O processo de expansão urbana nos sítios de ocupação tradicional Mambucaba e Cunhambebe ameaça os limites sul do Parque Nacional da Serra da Bocaina e invade por completo a faixa de domínio da BR-101.

Os condomínios encontram-se em parte da Planície do Rio do Frade e na faixa litorânea adjacente, em especial os sacos Piraquara de Dentro e Piraquara de Fora. A sudoeste de Angra 3, na Praia Vermelha, encontra-se o Condomínio Barlavento e uma ocupação mais recente, de padrão espacial desorganizado, que caracteriza as construções feitas por populações de baixa renda. Na paisagem urbana predominam, nas habitações precárias, as construções de acabamento incompleto, caracterizadas pelo emprego de materiais pobres ou de aproveitamento de demolições, manuseados por mão-de-obra sem qualificação adequada. O processo de urbanização encontra motivação na proximidade em relação aos locais de trabalho, que se resumem à CNAAA, aos condomínios de luxo e à rede lazer-hotelaria (clubes, pousadas, hotéis e condomínios com serviços de hotelaria).

Mambucaba (66,5%) e Tarituba (65,1%) são os distritos onde ocorre a maior concentração de pessoas não naturais do município de Angra dos Reis e de Parati, respectivamente. Já o pico do processo de geração de renda no município ocorreu entre 1975 e 1980, marcando a dinâmica econômica do município sede da CNAAA. Em termos históricos e arquitetônicos, Angra dos Reis apresenta um acervo considerável de bens tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e pelo Instituto Estadual do Patrimônio Artístico e Cultural (INEPAC-RJ). A Vila Histórica de Mambucaba guarda diversas construções que espelham a organização dos sítios urbanos dos séculos XVIII e XIX, destacando-se a Igreja do Rosário. Os sítios arqueológicos também estão caracterizados por registros de passagens e permanências em variados sítios, em sambaquis situados nas ilhas do Algodão, Major, Caieira, Comprida e Bigode. No Saco Piraquara de Fora, também há ocorrências de grande significado arqueológico e histórico, como os sambaquis, além de polidores-amoladores e alicerces de construções dos séculos XVIII e XIX, localizados na Praia do Velho.

## 9.2. SÍNTESE DAS CONDIÇÕES SOCIOAMBIENTAIS E TENDÊNCIAS

A síntese das condições socioambientais atuais e suas tendências evolutivas compreende o prognóstico da área de influência sem e com a implementação do empreendimento em estudo.

O cenário ambiental da área de influência sem a Unidade 3 da CNAAA se modelaria com o cenário ambiental atual. Portanto, associado às transformações que se desdobrariam em face da evolução natural da região e suas atividades antrópicas.

A região manteria a pressão das atividades humanas nas áreas com presença de ecossistemas de grande relevância e unidades de conservação em categoria de proteção integral e de uso sustentável. Tais aspectos notabilizariam a sensibilidade da percepção ambiental desta região.

Na área do trevo de acesso à CNAAA, há indícios de instabilidade e ruptura existentes nos pavimentos das diversas vias de acesso e o embarrigamento de cortinas de contenção que permaneceriam, excetuando-se no caso de recuperação.

Quanto aos recursos minerais, estes continuariam a ser explorados, independente da não existência do empreendimento, por uso direto na construção civil e abastecimento.

Quanto ao meio socioeconômico, a área rural abriga inúmeros sítios e fazendas, nos quais a vegetação original sofreu grande depleção. O abandono da referida região, associado às condições de umidade, propiciou o avanço da cultura da banana que é predominante na região. Além disso, a paisagem da pecuária continuaria como um mosaico particular e, fato crescente, o cultivo do palmito.

Ainda no processo socioeconômico, a área tenderia ainda no processo de recuperação econômica, precipuamente pela retomada do Estaleiro Brasfels, Angra dos Reis, como pólo regional, indicaria essa tendência evolutiva. De imediato, com a não implementação de Angra 3, o estado do Rio de Janeiro, deixariam de ser disponibilizados cerca de 1,3 MW de energia elétrica, e a auto-suficiência em geração de energia elétrica estaria mais distante. Do mesmo modo, não se adicionaria a arrecadação de impostos no processo da construção e de operação do empreendimento em estudo. Em síntese, o cenário socioambiental não sofreria mudanças expressivas, mesmo porque já existem duas unidades (Angra 1 e 2) da CNAAA em operação. Então, tais tendências evolutivas atuais se manteriam no processo estimado.

Nessa região, por causa da baixa taxa de emissão dos poluentes convencionais, as concentrações não excederiam os padrões nacionais de qualidade do ar.

Os possíveis escorregamentos superficiais na área de influência, motivados por botas-foras, não constituiriam risco direto à área da CNAAA, embora, em alguns casos, poderiam interditar a via de acesso. As encostas no sítio da CNAAA e em torno desta poderiam ter problemas agravados nos períodos de precipitação.

Com relação a possíveis episódios sísmicos, não caracterizariam um risco maior para instalações com as especificações construtivas como as de Angra 3.

Os recursos minerais potenciais ou em exploração poderiam ser mais utilizados na fase de implantação, no que tange aos materiais de interesse. A localização do empreendimento não sofreria interferência das áreas de interesse mineral.

Os principais problemas associados à qualidade da água estariam associados às cargas orgânicas da população urbana que não disporia de esgotamento sanitário e aos depósitos não controlados de resíduos sólidos. Além disso, mesmo com os sistemas de tratamento de efluentes do TEBIG, a movimentação de derivados de petróleo por esse terminal poderiam causar alguns vazamentos. Ainda que tais tendências não correspondam ao empreendimento proposto, cabe comentar, pois a qualidade de água está envolvida em um dos processos das atividades da operação de Angra 3. Ademais, as vilas residenciais da CNAAA dispõem de sistemas sanitários.

Quanto ao empreendimento em proposição, este tem relação com os recursos ambientais. O empreendimento proposto gera energia elétrica e depende da troca de energia com o ambiente. O ambiente marinho é corpo receptor. O local projetado para o lançamento da água de resfriamento de Angra 3 é o Saco Piraquara de Fora, o que potencializaria os efeitos de variação de temperatura somados às outras unidades da CNAAA (pluma do efluente térmico). As simulações realizadas para a dispersão da pluma de calor no Saco Piraquara de Fora com as usinas Angra 1 e 2 funcionando a plena potência e na configuração de Angra 3, também funcionando a plena potência, consideraram a vazão como sendo de 200 m<sup>3</sup>/s.

Conseqüentemente, as respostas ambientais retratam o processo de resfriamento. Nos trópicos, comunidades marinhas da região sublitorânea vivem em ambiente relativamente estável, onde as variações sazonais de temperatura são, em média, menores. Com isso, as espécies poderiam ter baixa tolerância a flutuações nas características físicas do ambiente. A adaptação ao estresse por temperatura poderia ser por diferentes estratégias ou, numa outra consideração, algumas espécies também poderiam criar resistência ao estresse térmico.

Ademais, tal contribuição do efluente poderia alterar o padrão de circulação dentro da zona de mistura, a partir do ponto de lançamento. No interior dos circuitos de refrigeração das unidades nucleares ocorreria o desenvolvimento de incrustação e, dessa maneira, esta colonização biológica diminuiria a eficiência na troca de calor e geraria problemas de corrosão nas paredes das tubulações. Tal condição poderia levar ao aumento de biomassa na descarga do efluente. Essa zona poderia apresentar menor recrutamento e menor riqueza de espécies. Neste caso, a resposta derivaria do ambiente biológico aquático.

Nos ambientes terrestres, o mosaico vegetacional é variado. As atividades humanas podem modificar paisagens e ambientes. Diversas atividades, como a construção de estradas, de complexos hoteleiros e de loteamentos para casas de veraneio se deu em detrimento de áreas de restingas, manguezais e brejos, que sofreram uma redução de área total de 46,0 Km<sup>2</sup> em 1966 para 21,9 Km<sup>2</sup> em 1987. Tais atividades inda continuariam existindo, derivadas da vocação turística regional e do conseqüente processo de ocupação urbana.

A bananicultura, cultura predominante na região, ainda representaria sua significância na produção agrícola. Além disso, outros cultivos e a pecuária modelariam a paisagem rural da região. Em síntese, nas baixadas e encostas adjacentes, a ampliação de áreas de pastagem, o cultivo de monoculturas e o crescimento urbano tenderiam em constante como os principais fatores responsáveis pela descaracterização da vegetação, além da especulação imobiliária. Esses problemas ambientais continuariam comuns às áreas de influência do empreendimento em proposição, mesmo sem relação direta.

Na área diretamente afetada, haverá a construção de alojamentos para os operários na fase de construção. Este fato poderá implicar no aumento da demanda por bens e serviços, particularmente, na Localidade do Frade e do Perequê.

O empreendimento nas duas fases (implantação e operação) estimularia fluxos migratórios em busca de trabalho e renda. Essa corrente migratória parte principalmente dos municípios de Rio Claro e Barra Mansa. O processo de urbanização encontraria estímulo pela proximidade com os locais de trabalho, referenciados a CNAAA. Em igual modo, associado aos condomínios de luxo e à rede hoteleira de clubes, pousadas, hotéis e condomínios com serviços. A área da CNAAA tenderia num crescimento populacional maior na fase de implantação, especialmente na área urbana. Com a operação da Unidade 3 da CNAAA, os trabalhadores não relacionados com a manutenção de Angra 3 retornariam a seus locais de origem, fato esse considerado pela Eletronuclear e planejado na valorização de contratação da mão-de-obra local como forma de dirimir pressões sociais derivadas da migração.

Por fim, a história dos projetos sociais na região e grande vocação no ecoturismo e unidades de conservação poderia inspirar, mais ainda, novas possibilidades de responsabilidade social e ambiental.

### 9.3. SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL

Na hipótese da não realização da Unidade 3 da CNAAA, o cenário ambiental da área de influência prosseguiria em suas tendências evolutivas, de acordo à realidade regional. Ou seja, a área diretamente afetada do empreendimento proposto permaneceria com suas duas outras unidades (Angra 1 e Angra 2), ao passo que não adicionaria os ganhos em mobilização econômica por conta dos impostos arrecadados, mão-de-obra qualificada e não qualificada nas fases de implantação e de operação, bem como da energia elétrica gerada possibilitando alcançar a auto-suficiência e, em conseqüência, segurança a problemas decorrentes de falhas na distribuição de energia.

Com a implementação da Unidade 3 da CNAAA, o cenário ambiental da área de influência constituiria aspectos locais e dinâmica própria ocupacional. As áreas de encostas expostas, com declividades mais acentuadas e próximas às atuais concentrações habitacionais no entorno da CNAAA, potencializariam suas suscetibilidades a escorregamentos. Potencialização esta, conseqüente ao possível uso desordenado do solo combinado aos altos índices pluviométricos da região. Quanto aos padrões da qualidade do ar, não haveria alterações significativas dos níveis atuais, que se apresentam aceitáveis e bastante abaixo dos estabelecidos pelas legislações vigentes.

A implantação da Unidade 3 envolveria a presença de mais um grupo turbogerador na CNAAA. Angra 3 está planejada para dotar um reator do tipo PWR (*Pressurized Water Reactor* - reator do tipo a água pressurizada), que utiliza urânio enriquecido como combustível e água leve pressurizada para sua refrigeração.

A água de refrigeração do reator seria submetida à alta pressão para não se transformar em vapor, e assim manter uma taxa efetiva de transferência de calor. Essa água circularia no circuito primário, no núcleo do reator. Quatro trocadores de calor transfeririam o calor para a

água de alimentação do circuito secundário. Daí, transformando-a em vapor saturado seco, que seria direcionado para rodar a turbina mediante a transformação da energia térmica do vapor em energia mecânica.

Por um terceiro sistema, isolado dos demais, circularia a água do mar utilizada para a condensação do vapor de exaustão das turbinas de baixa pressão. Denominada água de circulação ou de resfriamento, essa água seria captada em uma fonte fria externa (mar), e devolvida à mesma após ser usada. A água do mar circularia nos condensadores sem contato com a água do circuito secundário, que por sua vez não entraria em contato com a água de resfriamento do reator, do circuito primário.

A água de resfriamento relacionar-se-ia com as águas da Baía de Ilha Grande. Este ambiente, especificamente no Saco Piraquara de Fora, com o recebimento do efluente de resfriamento favoreceriam potenciais efeitos de variação da pluma do efluente térmico em ocorrência pontual. Assim, tais condições poderiam indicar outro comportamento de presença de espécies mais tolerantes porquanto do estresse térmico.

A água pré-tratada a ser utilizada em Angra 3 para os circuitos primário e secundário provirá da Estação de Pré-tratamento de Água (“EPTA”), já existente e que já abastece as duas demais Unidades 1 e 2, através de tubulação de interligação dessa Estação com a nova Unidade. A rede de abastecimento de água potável da Unidade 2 será conectada à da futura Unidade 3 através de tubulação de interligação entre essas duas usinas.

Tais condições operacionais de Angra 3 serão conduzidas segundo normas, padrões e regulamentações pertinentes à atividade nuclear, adotada pela Eletronuclear.

A maior aceitação dos reatores do tipo PWR é atribuída à sua confiabilidade, proporcionada pelo rigor dos princípios de segurança que são aplicados ao projeto, à operação e à manutenção das usinas. Além disso, soma-se a economicidade, proporcionada pela economia de escala decorrente da construção de reatores de grande porte, pela padronização e a conseqüente redução do tempo de construção, licenciamento e por sua estrutura relativamente simples e compacta. Tais condições em suporte graças à utilização de urânio enriquecido como combustível e às propriedades térmicas e neutrônicas favoráveis da água leve, usada simultaneamente como refrigerador e moderador.

A operação da unidade implicaria na produção e descarte de emissões, efluentes e resíduos. Para minimizar os potenciais impactos, a Eletronuclear propõe ações ambientais, assim como diversos projetos de controle e monitoramento, visando mitigar e / ou reduzir a possibilidade de ocorrência dos impactos negativos e maximizar os impactos positivos. Estes são os Projetos de Monitoramento Ambiental e de Controle da Poluição. Há, ainda, projetos de Treinamento dos Trabalhadores e de Comunicação Social e de Educação Ambiental.

Uma usina nuclear introduz um risco de acidente radiológico, o que significa dizer o de causar um impacto ambiental por contaminação de radioatividade. Esse risco é considerado

pelos engenheiros de segurança e analistas de risco como extremamente baixo (uma vez a cada 10.000.000 de anos). Portanto, garantindo-se com ampla margem os níveis de segurança para a população e o ambiente na vizinhança da usina Angra 3.

Em troca, produz uma energia com impacto virtualmente zero na atmosfera, sem geração de CO<sub>2</sub> ou qualquer outro gás danoso, e sem liberação de poluição líquida no corpo receptor utilizado para resfriar o vapor da turbina. Uma usina nuclear, em consequência, não contribui para mudanças de clima, os do efeito estufa, nem altera a qualidade das águas costeiras onde se instala.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, estimar-se-ia uma melhoria na promoção de processos econômicos, tais como indução à demanda de bens e serviços, contratação de trabalhadores e empresas envolvidas com construção, aumento da massa salarial e da arrecadação tributária, incremento por conta na fase de implantação. Já na fase de operação, tais contribuições inferem-se à geração de energia elétrica, tributos associados e à realidade da economia diretamente relacionada à contratação de funcionários, aos núcleos de funcionários, bem como de prestação de serviços por terceiros.

Contudo, as mudanças apontadas no perfil das atividades econômicas e no uso dos solos representariam, assim, reflexos significativos sobre a disponibilidade hídrica na bacia da Baía da Ilha Grande. O crescimento urbano, a diversificação e intensificação do setor de serviços e a expansão do turismo contribuiria para variações do consumo e qualidade da água.

A paisagem regional compreenderia o seu mosaico multifacetado nas baixadas e encostas adjacentes pelas áreas de pastagem, de monoculturas e o crescimento urbano. Tais questões ambientais estariam associadas à realidade regional, sem ou com o empreendimento em proposição.

Mesmo com todos os cuidados tomados durante a implantação e operação de um empreendimento desta natureza, impactos nos meios físico, biótico e socioeconômico são inevitáveis. Contudo, a implantação efetiva das medidas mitigadoras e dos planos e programas de controle e proteção ambiental apresentados neste estudo, mais adiante, permitirão que o empreendimento se desenvolva da forma menos impactante ao meio, garantindo a sua viabilidade ambiental.

#### **9.4. PONTOS CRÍTICOS**

Os pontos críticos do ambiente (indicadores de sensibilidade ambiental) onde haveria atividades do empreendimento em proposição estão ilustrados nos Mapas de Sensibilidade Ambiental para a fase de implantação e operação (Anexo 1 e Anexo 2, respectivamente) e descritos em aspectos associados, conforme a seguir.

A área de influência da Unidade 3 da CNAAA conformaria os seguintes pontos indicadores de impactos ambientais:

1. Aumento da geração de energia elétrica. O sistema interligado nacional de energia elétrica seria incrementado por este aumento da geração de energia elétrica. Com isso, amplia a confiabilidade e meta da auto-suficiência para o estado do Rio de Janeiro.
2. Lançamento da água de resfriamento. Os efeitos da variação de temperatura e alteração no padrão de circulação dentro da zona de descarga serão somados aos efeitos que ocorrem decorrentes da operação de outras unidades. Tais efeitos se estenderão na biota aquática marinha com a entrada desta nova unidade.
3. Aumento da geração de resíduos sólidos (fases de implantação e operação) da CNAAA.
4. Aumento da geração de rejeitos radioativos (fase de operação) da CNAAA.
5. Aumento da geração de efluentes líquidos convencionais (fases de implantação e operação).
6. Potencialização da suscetibilidade a deslizamentos em áreas de encostas da área de influência, conseqüentes à ocupação desordenada do solo, com gravidade em períodos de precipitação mais forte.
7. Aumento da exploração de recursos minerais potenciais ou em uso (fase de implantação).
8. Contratação da mão-de-obra. Os processos de contratação de trabalhadores na fase de implantação, na região de Angra dos Reis e adjacências, geram um movimento de trabalhadores em busca de novas oportunidades. Este cenário demanda inferência político-administrativa e promoção de atividades econômicas. Também na fase de operação, trabalhadores seriam contratados para operação e manutenção de Angra 3.
9. Pressão na infra-estrutura urbana de Angra dos Reis. Com o movimento migratório, haverá pressão sobre as unidades de saúde, educação, segurança, sistemas de saneamento ambiental e de transporte. Na ausência de planejamento e gestão pública, estes fatores podem deteriorar as instituições públicas e privatizadas (concessão pública).
10. Promoção do dinamismo econômico. Nas duas fases do empreendimento em questão (implantação e operação), há incentivo a processos na economia local por conta de serviços e materiais.

11. Variação da arrecadação tributária. Nas duas fases (implantação e operação), haverá fomento na arrecadação de tributos.
12. Variação da massa salarial. Empregos diretos e indiretos incrementarão a massa de salários na região.
13. Desmobilização da mão-de-obra.
14. Obras para implantação do empreendimento proposto: geração de ruído ocupacional, risco de acidentes de trabalho, emissões atmosféricas e de efluentes sanitários.

## 10. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS / MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS

Com base no Termo de Referência ELPN/Ibama n.º 017/99, são apresentados neste item a identificação e a avaliação dos impactos ambientais, com as suas respectivas medidas mitigadoras e/ou compensatórias, referentes às fases de instalação e operação da Unidade 3 da CNAAA (Angra 3). Os métodos utilizados são também descritos, juntamente com as definições necessárias para a total compreensão do documento.

De acordo com a Caracterização do Empreendimento (Volume 1) e do estudo da situação ambiental das áreas de influência, desenvolve-se a identificação dos impactos ambientais decorrentes das ações de instalação e operação do empreendimento em estudo.

A Lei Federal nº 6.938/81 instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, criando para a sua execução o Sistema Nacional do Meio Ambiente – Sisnama, o qual tem como órgão superior o Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, como órgão central o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama e é constituído por todos os órgãos e entidades federais (órgãos setoriais), estaduais (órgãos seccionais) e municipais (órgãos locais) envolvidos no disciplinamento do uso racional dos recursos ambientais e na preservação da qualidade ambiental. O Decreto nº 88.351/83, revogado pelo Decreto nº 99.274/90, que regulamentou a Lei nº 6.938/81, vinculou a utilização da avaliação de impacto ambiental aos sistemas de licenciamento dos órgãos estaduais de controle ambiental para as atividades poluidoras ou mitigadoras do meio ambiente.

Por definição, a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é o “*instrumento de política e gestão ambiental de empreendimentos, formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar desde o início do processo, que: se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma proposta (projeto, programa, plano ou política) e de suas alternativas; se apresentem os resultados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, sobre a implantação do projeto conforme medidas de controle, proteção, medidas mitigadoras e compensatórias negativas aos devidos impactos*”. Os impactos ambientais são qualificados na Resolução Conama 001/86: “*qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas no 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; às atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais*”. Além disso, nesta mesma resolução apresentam-se os atributos meritórios num estudo de impacto ambiental, que possam ser: positivos (benéficos) ou negativos (adversos); diretos e indiretos; imediatos, em médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

Segundo BOLEA (1984), impacto ambiental de um projeto é "a diferença entre a situação do meio ambiente (natural e social) futuro modificado pela realização do projeto e a situação do meio ambiente futuro, tal como teria evoluído sem o projeto".

## 10.1. METODOLOGIA

Os métodos ou técnicas de avaliação dos impactos visam identificar, avaliar e sintetizar os efeitos de um determinado projeto ou programa nas áreas de influência ambiental de um determinado empreendimento. Objetivando a execução da listagem e descrição dos impactos decorrentes da implantação e operação do empreendimento, bem como suas quali-quantificações, interações e medidas mitigadoras e/ou compensatórias correspondentes, a Eletronuclear realizou um *workshop*, nos dias 06 e 07 de dezembro de 2002.

Esse encontro culminou com uma apresentação prévia da relação de impactos sugerida pelos representantes da Eletronuclear, Ibama, Feema, CNEN e instituições responsáveis pela elaboração dos estudos básicos presentes para o Diagnóstico Ambiental, conforme listagem abaixo:

- UFRJ (Instituto de Biologia) – responsável pelos estudos referentes ao Meio Biótico;
- UFRJ (Instituto de Geociências) – responsável pelos estudos referentes ao Meio Físico (Geologia, Geomorfologia, Solos, Recursos Hídricos, Meteorologia e Qualidade do Ar);
- Uerj (Instituto de Oceanografia) – responsável pelos estudos referentes ao Meio Físico (Oceanografia);
- Science – responsável pelos estudos referentes ao Meio Socioeconômico.

Após esta etapa, os resultados do *workshop* foram reavaliados e reestruturados, buscando-se a confirmação das informações e uma maior clareza na apresentação dos seus dados.

Inicialmente, foram descritos e quali-quantificados os impactos decorrentes da implantação e/ou operação do empreendimento e medidas mitigadoras e/ou compensatórias correspondentes. Em seguida, identificaram-se os impactos através de um “*brainstorming*” que foram caracterizados e sumarizados em tabelas. Posteriormente, elaborou-se um “*check-list*” relacionando-se os padrões dos fatores ambientais a partir dos impactos provocados pelo projeto. Tais ferramentas puderam então incorporar escalas de valoração e ponderação dos fatores ambientais. Por fim, adotou-se o método matricial, como técnica bidimensional que relaciona ações com fatores ambientais. A partir da adaptação do método Fischer e Davies, desenvolvido em 1972, que visa dar uma visão geral dos impactos e sua caracterização, elaborou-se a Matriz de Impacto Quali-Quantitativa (TOMMASI, 1994).

### 10.1.1. Caracterização e quali-quantificação dos impactos ambientais

As interações com o ambiente produzidas pela implantação e operação do empreendimento, geradoras dos impactos ambientais, neste estudo serão chamadas de Atividades Transformadoras (KOHN, 1993).

Os impactos ambientais decorrentes das diferentes atividades transformadoras foram ordenados e descritos.

É importante ressaltar, que de uma atividade transformadora, podem decorrer vários impactos ambientais com quali-quantificações distintas.

Outra ocorrência interativa entre as causas e efeitos é que um mesmo impacto ambiental (efeito) pode ser causado por várias atividades transformadoras, bem como uma atividade pode provocar mais de um impacto. Neste caso, se houver sinergia entre as diferentes ações causadoras, esta será demonstrada na descrição e quali-quantificação dos impactos ambientais.

Em etapa posterior, esses impactos foram categorizados e valorados em classes conceituais, não numéricas, de acordo com as diretrizes da Resolução Conama nº 001/86, apresentadas a seguir.

#### 10.1.1.1. Magnitude

Segundo BISSET (1987), Magnitude “*é definida como a medida de gravidade da alteração de parâmetro ambiental (consideram-se questões como a extensão do impacto, sua periodicidade e seu grau de modificação). A magnitude é, e também definida pela extensão do efeito daquele tipo de ação sobre a característica ambiental, em escala espacial e temporal. É classificada como alta, média ou baixa*”.

#### 10.1.1.2. Significância

Indica a importância do impacto no contexto da análise. É classificada como alta, média ou baixa.

#### 10.1.1.3. Natureza

Indica se o impacto ambiental é positivo ou negativo, da seguinte forma:

- impacto positivo (ou benéfico) - quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental;
- impacto negativo (ou adverso) - quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental.

#### 10.1.1.4. Forma

Indica se o impacto ambiental é direto ou indireto, da seguinte maneira:

- impacto direto - resultante de uma simples relação de causa e efeito, representado esquematicamente na Figura 1;
- impacto indireto - resultante de uma reação secundária em relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações. Tal relação é representada esquematicamente na Figura 2.

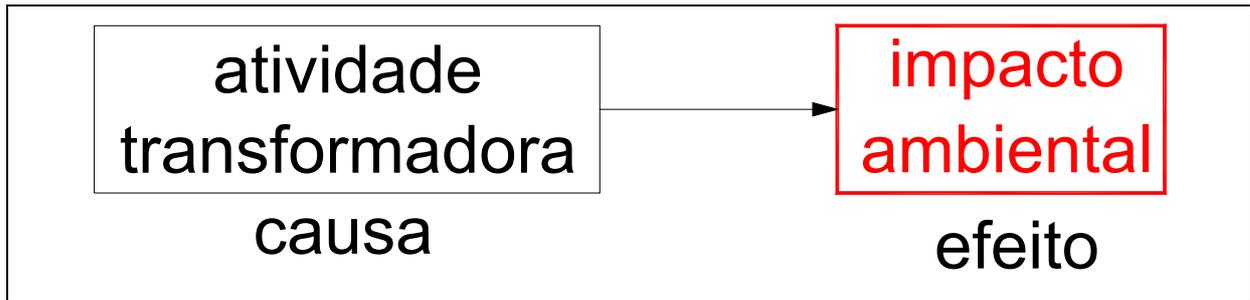


Figura 1 – Representação esquemática da interação que resulta no impacto direto.

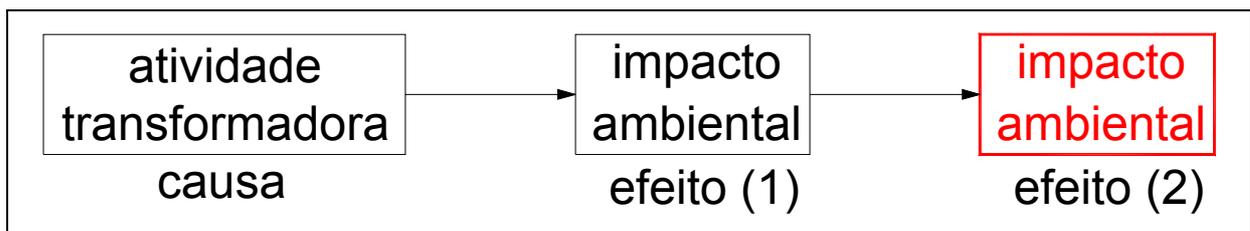


Figura 2 – Representação esquemática da interação que resulta no impacto indireto – o efeito (2) da ilustração.

#### 10.1.1.5. Prazo de ocorrência

Indica se o impacto ambiental ocorre de forma imediata, de médio ou longo prazo, da seguinte forma:

- impacto imediato – quando o impacto ambiental (efeito) ocorre no mesmo momento em que se dá a atividade transformadora (causa);
- impacto de médio prazo – quando o impacto ambiental (efeito) ocorre em médio prazo, a partir do momento em que se dá a atividade transformadora (causa);
- impacto de longo prazo – quando o impacto ambiental (efeito) ocorre em longo prazo, a partir do momento em que se dá a atividade transformadora (causa).

#### 10.1.1.6. Constância/duração

Indica se o impacto ambiental em questão é temporário, permanente ou cíclico, da seguinte forma:

- impacto temporário - quando o efeito (impacto ambiental) tem duração determinada;
- impacto permanente - quando, uma vez executada a atividade transformadora, o efeito não cessa de se manifestar num horizonte temporal conhecido;
- impacto cíclico – quando o efeito se manifesta em intervalos de tempo determinados.

#### 10.1.1.7. Abrangência

Este parâmetro indica se o impacto ambiental é local, regional ou estratégico, segundo as seguintes definições:

- impacto local - quando a ação afeta apenas o próprio sítio e suas imediações;
- impacto regional - quando o impacto se faz sentir além das imediações do sítio onde se dá a ação;
- impacto estratégico - quando o componente ambiental afetado tem relevante interesse coletivo ou nacional.

#### 10.1.1.8. Reversibilidade

Indica se o impacto ambiental em questão é reversível ou irreversível, seguindo as seguintes definições:

- impacto reversível - quando o fator ou parâmetro ambiental afetado, cessada a ação, retorna às suas condições originais;
- impacto irreversível - quando, uma vez ocorrida a ação, o fator ou parâmetro ambiental afetado não retorna às suas condições originais em um prazo previsível.

#### 10.1.1.9. Cumulatividade e sinergia

Se houver efeitos cumulativos e/ou sinérgicos, estes serão destacados na descrição do impacto ambiental, indicando sua magnitude e relações. Seguem as respectivas definições:

**Cumulatividade:** um impacto ambiental cumulativo é derivado da soma de outros impactos ou de cadeias de impacto que se somam, gerados por um ou mais de um empreendimento isolado, porém contíguo, num mesmo sistema ambiental. Impacto no meio

ambiente resultante do impacto adicional da ação quando acrescentada a outras ações passadas, presentes e futuras, razoavelmente previsíveis (MAGRINI, 1990).

**Sinergia:** é o efeito, força ou ação, resultante da conjunção simultânea de dois ou mais fatores, inclusive de outros empreendimentos (caso das usinas de Angra 1 e 2, situadas no mesmo sítio: a CNAAA), de forma que o resultado é superior à ação dos fatores individualmente, sob as mesmas condições. Em outros termos, a associação de tais fatores não somente potencializa a sua ação como, ainda, pode produzir um efeito distinto (MAGRINI, 1990).

### **10.1.2. Estrutura de apresentação**

Inicialmente, serão descritas as Atividades Transformadoras necessárias para a implantação e operação do empreendimento, caracterizando assim os eventos geradores de impactos ambientais.

A seguir, estão ordenados, descritos e quali-quantificados individualmente os impactos ambientais dos diferentes meios (físico, biótico e socioeconômico), de acordo com a fase de ocorrência (implantação e operação) de seus agentes causadores, suas atividades transformadoras e/ou outros impactos. Juntamente a eles, estão apresentadas as medidas mitigadoras e/ou compensatórias.

Ao final, foi elaborada a Matriz de Impactos Ambientais Quali-Quantitativa, segundo adaptação do Método Fischer e Davies, objetivando possibilitar uma visão geral, comparativa e sintética dos impactos, suas caracterizações e medidas mitigadoras propostas.

## **10.2. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES TRANSFORMADORAS**

Visando o melhor entendimento da descrição e quali-quantificação dos impactos ambientais, neste item são descritas as atividades transformadoras – ações decorrentes da implantação e/ou operação empreendimento geradoras dos impactos ambientais.

### **10.2.1. Fase de implantação**

#### **10.2.1.1. Contratação de trabalhadores**

O cronograma executivo de Angra 3 prevê 66 meses para a sua implantação, englobando as atividades de construção civil, a montagem eletromecânica, o comissionamento de equipamentos e sistemas, bem como a fase de testes operacionais.

Analisando-se o “Anexo 3 – Histograma de trabalhadores para a construção da Unidade 3 da CNAAA (Angra 3)”, para as diversas fases da implantação da usina, está

prevista, para o pico da obra, a contratação de 9.100 trabalhadores. Analisando-se ainda o histograma das obras, o empreendimento deverá contar, em média para todo o período de implantação, com 3.612 trabalhadores.

#### 10.2.1.2. Preparo do terreno e instalação do canteiro de obras

Esta atividade envolverá a limpeza do terreno (água com lama das cavas decorrentes do escavamento das fundações em rocha sã), pequenos movimentos de terra (nivelamento para instalação dos prédios de apoio), execução de caminhos de serviço e construção dos prédios de apoio ao canteiro de obras (oficinas, estação de tratamento de esgotos, refeitório, escritórios, etc).

#### 10.2.1.3. Geração de resíduos sólidos

Durante a fase de desenvolvimento da construção e montagem de Angra 3 serão produzidas grandes quantidades de resíduos sólidos (não radioativos), provenientes de restos de materiais orgânicos (refeitórios e sanitários), lamas, produtos de limpeza química, entulhos de obra, sobras de madeira, restos de alvenaria, pontas de vergalhão de aço de construção, latas de tintas e solventes vazias.

#### 10.2.1.4. Geração de ruídos e vibrações

As obras para implantação de Angra 3 implicam na utilização de máquinas e equipamentos inerentemente geradores de ruídos, particularmente na movimentação de terra (escavadeiras, pás carregadeiras, serra elétrica, caminhões e outros), fundações (martelotes pneumáticos, compactadores e outros) e obras civis (betoneiras, vibradores). A geração de ruídos por parte de tais equipamentos será variável, de acordo com as fases da obra, e causará incremento nos níveis de ruídos e vibrações no canteiro de obras.

Ao longo das rodovias de acesso, principalmente na BR-101 (Rio-Santos), as principais fontes de ruídos e vibrações serão provenientes da movimentação de veículos (transporte de pessoal, material e equipamentos para o canteiro de obras).

#### 10.2.1.5. Intensificação do tráfego de veículos (leves e pesados)

As obras civis necessárias à implantação do empreendimento exigirão a movimentação de veículos leves e pesados, decorrentes do tráfego de:

- ônibus – levando trabalhadores de suas residências ao local da obra e vice-versa;

- automóveis e motocicletas - levando trabalhadores de suas residências ao local da obra e vice-versa;
- caminhões – transportando materiais e equipamentos necessários à construção e montagem do empreendimento.

Esta atividade será mais intensa na BR-101 (Rodovia Rio-Santos) e nos caminhos de serviço criados para a obra, principalmente no interior da CNAAA.

#### 10.2.1.6. Geração de efluentes (sanitários e águas de serviço)

Obras do porte do empreendimento em questão, são caracterizadas pela produção de grandes quantidades de efluentes, tanto sanitários como águas de serviço, provenientes das diversas instalações do canteiro de obras, tais como: garagens, oficinas, sanitários, vestiários e refeitórios.

Mais precisamente, poderá ocorrer a geração de efluentes contaminados:

- com produtos químicos nas fases de pintura, limpeza e atividades de caráter geral, onde estes produtos serão utilizados;
- por hidrocarbonetos derivados do petróleo (combustíveis, lubrificantes e solventes) no processo de abastecimento e manutenção de equipamentos e na limpeza de estruturas e ferramentas;
- através de vazamentos em equipamentos; derramamento ou transbordamento durante operações de carga e descarga de produtos; gotejamento de tubulações, reservatórios, veículos e equipamentos.

É importante ressaltar que o volume de efluentes sanitários e águas residuais serão proporcionais à quantidade de trabalhadores presentes na obra, que é variável (ver Anexo 3 – Histograma de trabalhadores para a construção da Unidade 3 da CNAAA (Angra 3)).

#### 10.2.1.7. Geração de particulados, gases e fumaça.

A geração de poluentes atmosféricos durante as obras para a implantação de Angra 3 deverá consistir especialmente de material particulado, proveniente das operações de tráfego de veículos, especialmente em locais sem pavimentação, e de transporte de material (emissões fugitivas). A construção de prédios gera pó de cimento e de madeira, além de fumaças e poeiras metálicas. Gases como SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e CO, decorrentes da movimentação de veículos e máquinas ligados às obras, também serão gerados temporariamente, em menor proporção.

As emissões de material particulado variam conforme as operações e o ritmo desenvolvido na implantação do empreendimento, bem como das condições meteorológicas.

O material particulado consistirá de partículas menores que 100  $\mu\text{m}$ , das quais, aquelas de granulometria próxima de 100  $\mu\text{m}$  serão prontamente sedimentadas na área de geração; as partículas entre 30 e 100  $\mu\text{m}$  poderão sedimentar no raio de 100 metros da geração e as partículas menores que 30  $\mu\text{m}$  deverão sedimentar ou permanecer suspensas no ar, dependendo das condições meteorológicas.

## **10.2.2. Fase de operação**

### **10.2.2.1. Contratação de trabalhadores**

Para a fase de operação, a usina deverá contar, em média, com aproximadamente 770 trabalhadores por toda a sua vida útil.

### **10.2.2.2. Produção de energia**

A usina nuclear Angra 3, que será dotada de um reator do tipo PWR (*pressurized water reactor*), utilizará urânio enriquecido como combustível e água leve pressurizada para sua refrigeração, terá uma potência térmica de 3.765 MWt e uma potência elétrica de 1.350 MWe. A capacidade de geração de energia elétrica prevista para Angra 3 é de 10,5 mil GWh por ano.

### **10.2.2.3. Geração de efluentes líquidos não radioativos**

Os principais efluentes líquidos (resíduos) convencionais a serem gerados pelo empreendimento provirão dos sistemas de resfriamento dos condensadores do vapor oriundo da turbina de baixa pressão (basicamente, água do mar), assim como de tanques de neutralização de efluentes, das bacias de tratamento de efluentes, dos poços de drenos dos respectivos edifícios da turbina, dos tanques de separação de água/óleo dos transformadores principais, auxiliares e de reserva, além dos efluentes sanitários.

Essas águas, para que possam ser utilizadas, sofrem processos de tratamento e/ou de condicionamento químico em função de suas origens e finalidades. Processos de tratamento, ou de condicionamento de águas, são praticados com auxílio de produtos químicos e geram resíduos convencionais, na forma de efluentes líquidos derivados desses processos ou dos usos que são feitos dessas águas como insumos de processo. Pode-se destacar, entre outros, a presença de hidrazina (utilizada como agente anti-oxidante), o amoníaco (resultante da decomposição térmica da hidrazina) e o hipoclorito de sódio (para evitar a incrustação biológica marinha nos equipamentos/sistemas que têm contato com a água do mar).

O efluente proveniente da água de resfriamento, com uma vazão total máxima de 77 m<sup>3</sup>/s, ao atravessar os condensadores sofre elevação de temperatura máxima de 8°C (com a usina operando com sua potência total).

#### 10.2.2.4. Geração de emissões atmosféricas não radioativas

As emissões atmosféricas de resíduos gasosos convencionais de Angra 3 considerados como poluentes atmosféricos, restringir-se-ão praticamente àquelas provenientes da combustão do óleo Diesel utilizado na Caldeira Auxiliar, bem como dos motores dos grupos geradores Diesel do Sistema de Emergência 1 e 2, também responsáveis pelo acionamento alternativo das bombas do sistema de água de alimentação de emergência. A Caldeira Auxiliar, assim como os motores Diesel citados, não são operados continuamente. A Caldeira Auxiliar é praticamente apenas operada quando a usina nuclear está fora de operação normal, enquanto os motores Diesel operam por ocasião da realização de testes rotineiros ou nas situações em que tenham que ser acionados para cumprir funções de emergência.

Além destes, a operação de Angra 3 emitirá gás hidrogênio, que se forma como sub-produto no processo de produção de hipoclorito de sódio (utilizado no tratamento da água do mar usada no resfriamento do vapor oriundo das turbinas de baixa-pressão) a partir da eletrólise da água do mar. O hidrogênio gerado nesse processo é, no entanto, lançado na atmosfera sem nenhum tratamento, por ser desnecessário. A produção de hipoclorito é mantida em níveis praticamente constantes durante a operação normal da usina, sendo reduzida a valores inferiores, circunstancialmente, durante as paradas da mesma, quando as necessidades de hipoclorito de sódio são menores.

#### 10.2.2.5. Produção de resíduos sólidos (não radioativos)

Durante os 40 anos previstos para a operação, Angra 3 produzirá resíduos sólidos orgânicos (oriundo dos refeitórios e sanitários), contaminados com óleos ou produtos químicos (oriundos das oficinas e laboratórios), lâmpadas, papéis, metais, entre outros, resultantes das diversas atividades necessárias à operação da usina.

#### 10.2.2.6. Produção de rejeitos sólidos radioativos

Angra 3 produzirá rejeitos sólidos de baixo, médio e alto níveis de radioatividade, que serão condicionados conforme o seu grau de radioatividade, indicado abaixo.

Rejeitos sólidos de baixo nível de radioatividade – serão acondicionados em tambores de 200 litros e serão constituídos de materiais compactáveis (materiais plásticos, papéis, luvas, sapatilhas e roupas) e não compactáveis (peças, tubos e materiais metálicos), contaminados nos diversos processos da usina. A estimativa de projeto é de que Angra 3 produzirá 40 tambores por ano desse tipo de rejeito.

Rejeitos sólidos de médio nível de radioatividade – serão acondicionados em tambores de 200 litros e serão constituídos de concentrados dos evaporadores (oriundos dos sistemas de purificação e tratamento de efluentes líquidos), resinas (utilizadas na purificação do sistema de refrigeração do reator) e filtros (usados nos sistemas de purificação e tratamento). A estimativa de projeto é de que Angra 3 produzirá 89 tambores por ano desse tipo de rejeito.

Rejeitos sólidos de alto nível de radioatividade (elementos combustíveis) – para os 40 anos de operação previstos, Angra 3 deverá acumular 10.880 kg de urânio 235 e 12.640 kg de plutônio total, que serão inicialmente armazenados na piscina de elemento combustível irradiado, contida no prédio do reator, sem acesso ao público. A piscina de Angra 3, assim como a de Angra 2, terá capacidade para armazenar 1084 elementos combustíveis, que corresponde a aproximadamente 15 ciclos completos de operação. Posteriormente, os elementos combustíveis serão transferidos para o armazenamento final a ser ainda definido.

#### 10.2.2.7. Geração de rejeitos líquidos radioativos

Os rejeitos radioativos líquidos gerados na usina são segregados, em função do nível de radioatividade e da origem. Os rejeitos de maior nível de radioatividade compreendem o material drenado de salas com componentes radioativos, laboratórios e instalações de descontaminação de equipamentos, ferramentas e materiais, os rejeitos com menor nível de radioatividade são provenientes de compartimentos de operação e serviços, lavanderia, chuveiros da área controlada e do sistema de regeneração dos desmineralizadores.

Todos os rejeitos líquidos recebem tratamentos adequados, sendo lançados no meio ambiente em conformidade com a legislação vigente (CNEN).

#### 10.2.2.8. Geração de rejeitos gasosos radioativos

Os rejeitos gasosos radioativos que serão gerados em Angra 3 terão três origens:

- gases provenientes diretamente do circuito primário, incluindo os gases de fissão, o oxigênio e o hidrogênio resultantes da decomposição da água pelo fluxo neutrônico (radiólise) e o nitrogênio (gás carreador de purga);
- gases e aerossóis potencialmente radioativos e gases de ativação eventualmente arrastados pelo sistema de ventilação da área de acesso controlado da usina, e gases e aerossóis potencialmente radioativos succionados pelo sistema de ventilação do Edifício Auxiliar do Reator e do *annulus*;
- gases não condensáveis provenientes diretamente do circuito secundário (das bombas de vácuo dos condensadores).

Angra 3 contará com um sistema de processamento de rejeitos gasosos radioativos, que capta todos os gases contendo radioisótopos provenientes da operação da usina, garantindo assim que todos os rejeitos radioativos gasosos sejam tratados e lançados ao meio ambiente em conformidade com as normas da CNEN.

### 10.3. DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS – FASE DE IMPLANTAÇÃO

#### 10.3.1. Meio Físico

**1) Recursos hídricos:** A água que abastecerá o canteiro de obras de Angra 3, para consumo humano, infra-estrutura sanitária e fins construtivos diversos, será proveniente da EPTA (Estação de Pré-tratamento de Água), já existente e que atualmente abastece as duas demais unidades da CNAAA (Angra 1 e 2) em operação. O manancial (Rio do Frade) oferece disponibilidade hídrica para as demandas presentes (Angra 1 e Angra 2) e futuras (Angra 3).

Com relação a inundações, os dados recolhidos nos estudos de recursos hídricos realizados para o diagnóstico ambiental mostram que não há risco na área da CNAAA e que a implantação de Angra 3 não potencializará os riscos de inundações na região, seja de forma direta ou indireta.

O impacto ambiental significativo nos recursos hídricos, para a fase de instalação do empreendimento, resume-se na possibilidade de alteração da qualidade da água do mar nas proximidades da Ponta Grande (entre Itaorna e Praia Brava), que é o local de lançamento dos efluentes provenientes do canteiro de obras de Angra 3. Este impacto está descrito e qualificado no item 10.3.1.2 Alteração da qualidade das águas.

**2) Sismologia:** Os eventos sísmicos registrados fazem parte da história sísmica e são decorrentes do arcabouço geológico estrutural da região sudeste, não podendo ser considerados como impactos resultantes da implantação do empreendimento. Objetivando aprimorar e ampliar o conhecimento sismotectônico e das falhas da região, de forma a armazenar e avaliar dados para a análise de ameaça sísmica à CNAAA, a Eletronuclear mantém o “Programa de Monitoramento Sismológico Regional”.

**3) Geomorfologia, solos e geotecnia:** Os impactos ambientais, do ponto de vista geomorfológico e geotécnico, só podem ser percebidos como sendo provocados pelo meio sobre o empreendimento, não ocorrendo a hipótese de que a construção ou operação da usina possa interferir na evolução geomorfológica local ou regional. No entanto, o deslizamento de encostas pode afetar a integridade do empreendimento e da única via de acesso à CNAAA. Por isso, a Eletronuclear mantém o “Programa de Monitoramento das Encostas de Itaorna”, além de realizar convênios com o Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes - DNIT, garantindo a manutenção da Rodovia Rio - Santos.

É importante destacar que a maior parte das obras de movimentação de terras e construção da infra-estrutura ocorreram nas décadas de 70 e 80, quando da implantação do sítio da CNAAA, e na própria construção da BR 101. Considerando-se este aspecto e o fato de que Angra 3 será construída sobre rocha sã, pode-se dizer que os impactos ambientais relacionados às obras de terraplanagem e instalação de infra-estrutura serão pouco significativos. Porém, todos os impactos previstos relacionados com solos, geotecnia e geomorfologia estão descritos e quali-quantificados nos seguintes itens:

- potencialização da suscetibilidade a deslizamentos em áreas de encostas;
- início ou aceleração de processos erosivos;
- contaminação do solo por produtos químicos, combustíveis, óleos e graxas.

**4) Geologia e recursos minerais:** novamente deve ser considerado que a maior parte das obras de movimentação de terras e construção da infra-estrutura na região ocorreram nas décadas de 70 e 80, quando da implantação do sítio da CNAAA, e da própria construção da BR 101. Além disso, para a implantação da Unidade 2 da CNAAA (Angra 2), não foram identificados na área do sítio ou no entorno, concessões ou autorizações de exploração (pesquisa e/ou lavra) de bens minerais que pudessem ter sofrido interferência da implantação do referido empreendimento.

Empreendimentos como Angra 3 não são caracterizados pela capacidade de alteração significativa de características geológicas ou sismotectônicas - ao contrário, por exemplo, de grandes barragens para geração de energia hidroelétrica. As obras já realizadas de preparação do terreno, movimentação de terra, fundações, infra-estrutura e acessos, edificações e montagem industrial acarretaram impactos apenas locais. Estes impactos foram predominantemente reversíveis e de baixa intensidade.

#### 10.3.1.1. Potencialização da suscetibilidade a deslizamentos em áreas de encostas

A microrregião da Baía da Ilha Grande é uma área potencialmente suscetível a movimentos gravitacionais de massa. Isso ocorre pelo fato do empreendimento estar localizado em uma região com uma morfologia típica da Serra do Mar, com solos residuais e coluviais, com encostas íngremes e pluviosidade de aproximadamente 2000 mm anuais. Esses fatores caracterizam a referida região como uma área naturalmente sujeita à ocorrência de deslizamentos.

A suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos será potencializada caso ocorra uma ocupação desordenada das referidas áreas. A potencialização dar-se-ia através do incremento de cargas (no caso de instalação de edificações), execução de cortes abruptos de taludes e da

remoção de vegetação, que causariam aumento das declividades, exposição do solo e o conseqüente aumento da infiltração no solo pelas águas de origem pluvial.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Região com solos residuais e colúviais, com encostas íngremes e chuvas intensas. A combinação desses fatores caracteriza a região como uma área naturalmente sujeita à ocorrência de deslizamentos.
Magnitude	Baixa	
Significância	Média	
Forma	Indireta	Efeito indireto (resultante do impacto ambiental causado pela ocupação desordenada do solo).
Prazo de ocorrência	Imediato	Caso ocorra remoção da vegetação por qualquer razão, aumentará a susceptibilidade de deslizamento.
Constância/duração	Temporário	Deverão ser efetuadas ações que visem a diminuição dos processos erosivos com o objetivo de minimizar a ocorrência de deslizamentos.
Abrangência	Regional	Nas áreas de encostas, nas proximidades de áreas urbanas já instaladas, principalmente no distrito sede de Angra dos Reis e distrito de Cunhambebe.
Reversibilidade	Reversível	Deverá ser efetuado um plano de ações preventivas ao aumento do risco de deslizamento evitando possíveis perdas materiais e vidas.

### Medidas Propostas:

#### *a) Priorização da contratação da mão-de-obra local*

Dessa forma, a probabilidade de ocupação das encostas seria reduzida, além de beneficiar a população local com a oferta de emprego.

*b) Apoio ao Programa de Contenção de Ocupação Urbana Irregular da Prefeitura do Município de Angra dos Reis* visando a contenção da expansão urbana em áreas protegidas, especialmente nos distritos de Cunhambebe e Mambucaba – Área de Influência Direta do empreendimento.

#### *c) Comunicação Social*

Apoiar a Prefeitura Municipal de Angra dos Reis na divulgação de seu Plano Diretor na área de influência direta do empreendimento, visando sua implementação de modo a impedir a ocupação desordenada.

**d) Inserção regional**

A Eletronuclear e as empresas contratadas em acordo com as prefeituras locais, disponibilizarão áreas específicas para alojamentos dos contratados não-residentes na fase de implantação do empreendimento, visando uma ocupação ordenada e urbanizada.

**e) Educação Ambiental**

Promoção de cursos com temas associados ao uso e ocupação desordenada do solo e suas conseqüências, como o aumento da suscetibilidade a deslizamentos, entre outros.

10.3.1.2. Alteração da qualidade das águas

A alteração da qualidade das águas, superficiais ou subterrâneas poderá ocorrer através do lançamento de efluentes sanitários, águas servidas contaminadas, derrames ou vazamentos de óleos, graxas ou produtos químicos, diretamente no solo ou nos corpos d'água receptores, na região marinha em Itaorna e na Praia Brava.

O lançamento de efluentes sanitários no mar, sem tratamento adequado, poderia afetar a balneabilidade e a biota aquática destas áreas, principalmente por causa dos níveis de coliformes fecais e nitrogênio amoniacal acima dos níveis permitidos.

Os óleos e graxas (hidrocarbonetos, gorduras, éteres, etc.) em seu processo de decomposição reduziriam o oxigênio dissolvido elevando a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO<sub>5,20</sub>, podendo ocasionar alterações no equilíbrio bioquímico do ecossistema aquático. A fim de evitar a contaminação dos recursos hídricos por óleos e graxas, será utilizado um plano de contingência (item 10.3.1.5 – Contaminação do solo por produtos químicos, combustíveis, óleos e graxas).

**Quali-quantificação:**

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Pode causar danos à saúde humana e afetar a biota aquática.
Magnitude	Média	
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora (geração de efluentes sanitários e de águas servidas).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento proposto.

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Constância/duração	Temporária	Somente durante a fase de obras (em algumas atividades específicas).
Abrangência	Local	Restrito a Ponta Grande (local da obra e do canteiro de obras) e aos corpos receptores: região marinha em frente a Itaorna e a Praia Brava.
Reversibilidade	Reversível	Se aplicadas as medidas adequadas de tratamento, a qualidade das águas do corpo receptor retornaria às suas condições iniciais.

### **Medidas Propostas:**

#### ***a) Instalação de redes de drenagem e sistemas de tratamento de efluentes***

Todas as áreas passíveis de contaminação do canteiro de obras de Angra 3 deverão contar com rede de drenagem adequadamente dimensionada e com caixas de retenção de sedimentos, garantindo assim que todos estes efluentes sejam encaminhados para tratamento.

Todas as oficinas e áreas de abastecimento deverão contar com estruturas de contenção e drenagem que garantam a segurança durante os processos de abastecimento e manutenção de máquinas e demais veículos. Assim, evitar-se-á, em caso de vazamentos ou derrames de combustíveis e óleos lubrificantes, a contaminação das águas superficiais ou do lençol freático. Todas as estruturas de contenção e drenagem deverão ser encaminhadas para separadores de água/óleo adequadamente dimensionados.

Os efluentes sanitários gerados pelo contingente de profissionais que trabalharão na fase de construção e montagem de Angra 3 deverão ser coletados em caixas coletoras de esgoto, dentro dos padrões normativos a que se destinam, localizadas no Canteiro de Obras, sendo encaminhados através de ramais, até a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE (a ser construída na fase de implantação do Canteiro de Obras).

Os resíduos orgânicos sedimentares (lamas), provenientes da limpeza das cavas de fundação, serão lançados através do sistema de bombeamento em área específica para posterior secagem e encaminhamento a aterro sanitário licenciado pela Feema.

O tratamento a ser implantado, similar ao da ETE de Angra 2, será realizado através do processo biológico de lodo ativado e aeração prolongada, com os efluentes lançados subsequente em canais de drenagem que desembocarão na enseada em Itaorna. O fluxograma esquemático da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE de Angra 2, similar ao que será implantado em Angra 3, é apresentado na Figura 3.

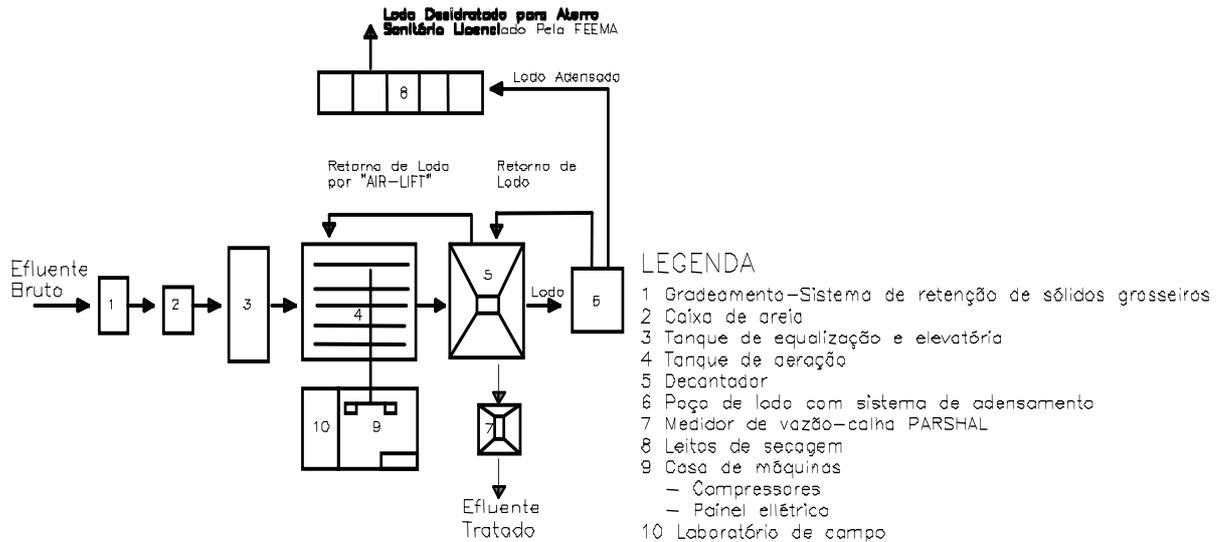


Figura 3 – Angra 2 - Fluxograma esquemático da Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários - ETE.

Fonte: Eletronuclear / Planep Engenharia Ltda.

### ***b) Monitoramento de qualidade dos efluentes e dos corpos receptores***

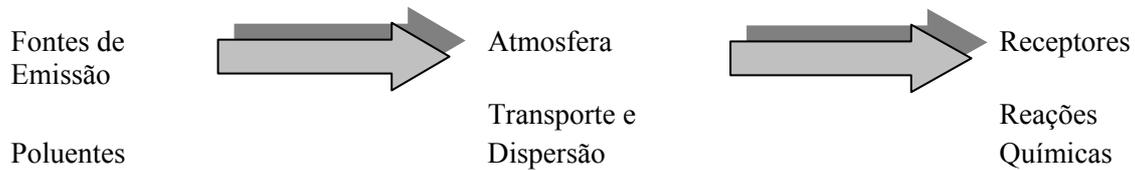
Assim como ocorre atualmente com a totalidade dos efluentes líquidos da CNAAA lançados ao mar, os efluentes provenientes do canteiro de obras de Angra 3 deverão ser monitorados, bem como o corpo receptor: o mar de Itaorna e da Praia Brava.

Atualmente, a Eletronuclear monitora sistematicamente a água da região marinha em Itaorna através de análises bacteriológicas e físico-químicas dos parâmetros acordados com o Ibama e a Feema.

O monitoramento adequado garantirá que a qualidade da água do corpo receptor estará dentro dos limites estipulados em norma, e também a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes. Os efluentes deverão respeitar os padrões estabelecidos na legislação vigente.

#### 10.3.1.3. Alteração da qualidade do ar

A determinação do impacto relativo na qualidade do ar e, por conseqüência, do seu comprometimento ou não, estará diretamente associada à concentração de cada poluente na atmosfera, que por sua vez reflete o grau de exposição dos receptores (seres humanos, animais, plantas, materiais) como resultado final do processo de lançamento de cada poluente e suas interações na atmosfera, do ponto de vista físico (transporte e dispersão) e químico (reações químicas), conforme o seguinte esquema:



A alteração (diminuição) da qualidade do ar, causada pela geração de poeiras, material particulado, gases e fumaça, poderá causar danos à saúde humana, como doenças respiratórias por exemplo. A poluição do ar também afetará a biota.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Pode causar danos à saúde humana e afetar a biota.
Magnitude	Baixa	
Significância	Baixa	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora (geração de poeira, material particulado, gases e fumaça).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Somente durante a fase de obras (em algumas atividades específicas).
Abrangência	Local	Ocorrerá de forma pouco significativa em Itaorna.
Reversibilidade	Reversível	A qualidade do ar, após a fase de obras do empreendimento, retornaria às suas condições originais.

### Medidas Propostas:

#### *a) Umidificação e Proteção do Solo*

Esta medida deverá ser implantada durante as obras de terraplanagem e construção de caminhos de serviço, sendo de responsabilidade da empresa contratada para construção do empreendimento, bem como do empreendedor. Sua adoção permitirá minorar a emissão fugitiva de poeira e material particulado, decorrente das operações com terra, durante a construção e montagem do empreendimento.

### ***b) Cobertura dos caminhões***

Como medida adicional, serão cobertas as caçambas dos caminhões que transportem terras, rochas e todo material pulverulento, nas rodovias de acesso ou no canteiro de obras, até os seus destinos finais durante a construção da Unidade 3 da CNAAA. Este procedimento minimizará a dispersão de material particulado durante a movimentação dos veículos.

### ***c) Manutenção preventiva dos equipamentos***

Com o intuito de minimizar as emissões atmosféricas provenientes de veículos, máquinas e equipamentos (gases de combustão de óleo Diesel), será necessária a manutenção preventiva dos mesmos durante o período de construção de Angra 3, sendo a responsabilidade pela efetivação da manutenção e a sua eficiência, da empresa construtora e do empreendedor.

### ***d) Utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva***

O contratado fornecerá a todos os seus funcionários EPI em quantidade e qualidade adequadas às atividades desenvolvidas. Os trabalhadores em atividades específicas que necessitarão de proteção das vias respiratórias deverão utilizar máscaras, filtros e/ou respiradores.

#### 10.3.1.4. Início ou aceleração de processos erosivos

Tendo em vista que Angra 3 será construída sobre rocha e que a maior parte das obras de movimentação de terras e construção da infra-estrutura ocorreram nas décadas de 70 e 80, este impacto ocorrerá apenas pontualmente e em pequenas proporções, nas eventuais limpezas do terreno, pequenos cortes e aterros.

#### **Quali-quantificação:**

<b>Atributo</b>	<b>Valoração / classificação</b>	<b>Observação</b>
Natureza	Negativo	A possível carreação e deposição de material poderia causar pequena alteração do terreno e, caso alcance o corpo receptor, alteração da qualidade da água (cor e turbidez).
Magnitude	Baixa	
Significância	Baixa	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora (preparo do terreno e instalação do canteiro de obras).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento proposto.
Constância/duração	Temporária	Mais intenso durante a fase inicial de obras (em algumas atividades específicas) e encerrada com o término das obras.

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Abrangência	Local	Estaria restrita praticamente ao canteiro de obras.
Reversibilidade	Reversível	Uma vez encerrada as obras e com a cobertura do solo através de jardins, os possíveis processos erosivos causados pelas obras seriam erradicados.

### Medidas Propostas:

#### *a) Proteção do solo e execução de obras de drenagem*

As atividades concernentes agregarão a execução de medidas de caráter preventivo e corretivo, e deverão ser observadas durante a execução das obras.

Locais do canteiro de obras suscetíveis ao surgimento de processos erosivos ou destinados à deposição de materiais utilizados na construção (areias, solo, etc.), que poderão ser carreados, deverão ser protegidos das águas pluviais e, se for o caso, contar com drenos e sarjetas, mesmo que temporários.

#### 10.3.1.5. Contaminação do solo por produtos químicos, combustíveis, óleos e graxas

Assim como os recursos hídricos, o solo na área do canteiro de obras, principalmente nas proximidades de instalações que envolvam produtos químicos, combustíveis, óleos lubrificantes e graxas, como as oficinas e pátios de abastecimento, estaria sujeito a contaminações, devido a possíveis derramamentos ou vazamentos.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	A contaminação do solo caracterizaria comprometimento do local, necessitando de ações imediatas.
Magnitude	Média	
Significância	Baixa	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora (geração de

Atributo	Valoração / classificação	Observação
		efluentes).
Prazo de ocorrência	Imediato	Poderia ocorrer durante toda a fase de obras.
Constância/duração	Temporária	Somente durante a fase de obras e em algumas atividades específicas.
Abrangência	Local	Estaria restrita praticamente ao canteiro de obras.
Reversibilidade	Reversível	Reversível se tomadas as providências e cuidados adequados.

### **Medidas Propostas:**

#### ***a) Instalação de redes de drenagem e sistemas de tratamento de efluentes***

Todas as áreas do canteiro de obras de Angra 3 passíveis de contaminação deverão contar com rede de drenagem adequadamente dimensionada e com caixas de retenção de sedimentos, garantindo assim que todos estes efluentes sejam encaminhados para tratamento.

Todas as oficinas e áreas de abastecimento deverão contar com estruturas de contenção e drenagem que garantam a segurança durante os processos de abastecimento e manutenção de máquinas e demais veículos, de forma a evitar, em caso de vazamentos ou derramamentos de combustíveis e óleos lubrificantes, a contaminação das águas superficiais ou do lençol freático. Todas as estruturas de contenção e drenagem deverão ser encaminhadas para separadores água/óleo adequadamente dimensionados.

#### ***b) Plano de contingência***

Em caso de derramamento de óleos e graxas no solo, deverá ser seguido um plano de contingência, a exemplo do que já existe em Angra 1, a fim de evitar a contaminação do solo.

### **10.3.2. Meio Biótico**

Os impactos sobre o meio biótico durante a fase de implantação do empreendimento ficarão restritos basicamente ao ambiente terrestre. Desta maneira, os impactos que poderão repercutir negativamente, serão aqueles decorrentes especialmente das atividades mínimas de terraplanagem, do ruído e da movimentação de pessoas.

A supressão de solo e o ruído gerado pelo trânsito de caminhões, utilizados para o transporte de material e demais atividades no canteiro de obras, poderão afugentar as espécies mais sensíveis que habitem as proximidades, levando-as a refugiar-se em localidades adjacentes, esperando-se o seu retorno quando do início da fase de operação.

Assim, os possíveis impactos ambientais sobre o meio biótico, para a fase de implantação, se resumem aos seguintes itens:

- pressão para a ocupação de áreas protegidas;
- redução da cobertura vegetal;
- aumento do número de atropelamentos da fauna;
- alteração da diversidade e abundância das comunidades terrestres;
- modificação da paisagem cênica natural;
- aumento no risco de extinção de populações ou espécies da fauna e flora;
- evasão da fauna.

#### 10.3.2.1. Pressão para a ocupação de áreas protegidas

A pressão de ocupação de áreas protegidas decorreria de um impacto de abrangência mais ampla: a ocupação desordenada do solo. Essa ocupação desordenada, decorrente do incremento no contingente populacional trazido junto com a implantação do novo empreendimento, resultaria em despejo de esgoto sem tratamento, de lixo e no assoreamento dos rios, córregos e represas. Além desses aspectos, que seriam alvo de discussão como impactos decorrentes, a pressão de ocupação de áreas protegidas incorporaria também um fator pertinente as áreas protegidas (unidades de conservação, terras indígenas e áreas de preservação permanente, entre outras).

Dentre as áreas protegidas sob influência de Angra 3, destacam-se a Área de Proteção Ambiental de Tamoios, a Estação Ecológica de Tamoios e o Parque Nacional da Serra da Bocaina. São duas categorias, que se distinguem quanto aos objetivos de conservação: uma APA, de uso sustentável; um Parque Nacional e uma Estação Ecológica, ambos de proteção integral.

As Unidades de Conservação (UC) de proteção integral têm por objetivo preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, conforme previsto na Lei 9.985/2000 – Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). As terras dessa categoria de UC são de posse e domínio públicos, não sendo permitida a residência e entrada de pessoas não autorizadas pelo órgão gestor. Por outro lado, as UCs de uso sustentável, como as APAs, permitem o uso e ocupação do solo, desde que sujeitas a normas estabelecidas por um Plano de Gestão ou Zoneamento Ecológico Econômico.

Sendo circundado por importantes núcleos populacionais, como Angra dos Reis, Mambucaba, Parati, Ubatuba, Cunha, Areias, São José do Barreiro e Bananal, a conservação

do Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB) é vital, uma vez que concentra grande parte das nascentes que fornecem ou podem fornecer água potável à população. É uma unidade já consolidada, com plano de manejo elaborado no ano de 2000, que está em fase de implantação. Entretanto, o PNSB ainda possui atividades conflitantes ocorrendo dentro de seus limites.

A Estação Ecológica de Tamoios e a APA de Tamoios, considerando a área de influência direta de Angra 3 e as superfícies terrestres, possuem áreas sobrepostas, que são basicamente os complexos insulares da Baía da Ilha Grande. Sendo assim, essas áreas podem ser tratadas conforme a normatização vigente para áreas de proteção integral. Os principais problemas de ocupação humana dessas áreas estão relacionados com o alto interesse turístico.

A ocupação irregular dentro do PNSB poderia acarretar inúmeros impactos e atividades conflitantes com os objetivos constantes no Plano de Manejo. Assim, os possíveis impactos decorrentes seriam: extração de essências nativas, madeiras de lei, espécies comestíveis (palmito), ornamentais (principalmente bromélias e orquídeas); queimadas; especulação imobiliária; sítios de lazer; caça; agropecuária; implantação de pousadas e pesca predatória.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Poderia acarretar na utilização ou dano dos recursos naturais das áreas protegidas.
Magnitude	Baixa	
Significância	Média	
Forma	Indireta	Efeito do impacto ambiental: uso e ocupação desordenada do solo.
Prazo de ocorrência	Médio prazo	Poderia ocorrer no decorrer da fase de implantação, com mais probabilidades no pico da obra (5º ano).
Constância/duração	Temporária	O aumento da pressão para a ocupação destas áreas seria constante, porém, como efeito do empreendimento, somente durante a fase de construção.
Abrangência	Regional	Potencialmente, a APA de Tamoios e o Parque Nacional da Serra da Bocaina, nas proximidades das áreas urbanas.
Reversibilidade	Reversível	O impacto poderia ser evitado. Do contrário, através de instrumentos legais, poderia ser revertido.

## **Medidas Propostas:**

### ***a) Educação Ambiental***

Deverão ser realizadas campanhas de educação ambiental sistemáticas com os trabalhadores e com a população, com temas que abordem a importância, objetivos e ações que envolvam as UCs da região e, de forma específica, sobre a Estação Ecológica de Tamoios. A Eletronuclear financiou, entre outras ações na ESEC de Tamoios, a elaboração do Plano de Manejo – Fase 1.

De posse do conhecimento técnico básico sobre o meio ambiente, a degradação de áreas e as formas de recuperá-las, espera-se que as pessoas exerçam plenamente sua cidadania, respeitando o meio ambiente e as referidas áreas, inclusive participando efetivamente das ações em prol da recuperação das áreas circunvizinhas.

Além disso, invasões para ocupação do solo poderão ser evitadas com o amparo da Lei de Crimes Ambientais (9.605/1998) e do SNUC, que proíbem a entrada de novos moradores em áreas de proteção integral ou a regulamentação nas áreas de uso sustentável. A intensificação de esforços para implementar os Planos diretores municipais, os Planos de Manejo, com aumento de fiscalização, realização da remoção de famílias de áreas protegidas ou irregulares, regularização fundiária, serão as medidas propostas para a reversão do quadro de ocupação irregular, controlando e ordenando a entrada de novas famílias que queiram instalar-se na região e prevenindo invasões.

#### **10.3.2.2. Redução da cobertura vegetal**

A vegetação tem papel importante na estabilidade dos fatores físicos associados, mantendo relações estreitas com o solo e os recursos hídricos, entre outros. A cobertura vegetal propicia o aumento da infiltração de água no solo, garantindo o abastecimento dos lençóis freáticos; promove a contenção e proteção da camada superficial do solo; atua na melhor distribuição da água pela superfície, não permitindo que as partículas argilosas colmatem os poros do solo, mantendo sua aeração; garante a presença de húmus e mantém a umidade do solo, evitando seu ressecamento e gretamento. Um solo sem cobertura vegetal, ou mesmo que possua uma cobertura vegetal insuficiente, é mais vulnerável à erosão.

Além desses aspectos, a manutenção de uma cobertura vegetal intacta e saudável poderá influenciar na ação purificadora por fixação de poeiras e materiais residuais, por depuração bacteriana e de outros microorganismos, por reciclagem de gases através de mecanismos fotossintéticos e por fixação de gases tóxicos. A vegetação pode garantir, também, uma maior suavização de temperaturas extremas, ao filtrar a radiação solar.

O principal aspecto envolvido com a remoção da cobertura vegetal em função do empreendimento Angra 3 seria a perda de vegetação em áreas de novas ocupações humanas irregulares.

A remoção da vegetação para novas ocupações humanas, especialmente as irregulares, é um risco que poderá ocorrer de forma difusa e descontrolada. Não há como fazer uma previsão dessa ocupação, nem sobre algum possível prejuízo ao patrimônio genético, visto que o país carece destas informações, mas que costuma ser inerente à ocupação de áreas ambientalmente frágeis como as Áreas de Preservação Permanente e as Unidades de Conservação.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Perda de <i>habitats</i> da fauna terrestre.
Magnitude	Média	
Significância	Média	
Forma	Indireta	Efeito do impacto ambiental: uso e ocupação desordenada do solo.
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia juntamente com a fase de instalação do empreendimento.
Constância/duração	Permanente	A abertura de novas áreas para a ocupação desordenada de um novo contingente populacional terá efeitos permanentes na perda de vegetação e <i>habitats</i> para a fauna.
Abrangência	Regional	Ocorreria com baixa intensidade no canteiro de obras de Angra 3 e nas proximidades dos distritos de Cunhambebe e Mambucaba.
Reversibilidade	Reversível	Programas e ações preventivas serão efetuados afim de minimizar os efeitos da ocupação desordenada, e na ocorrência do impacto, as medidas propostas compensariam a redução da cobertura vegetal.

### Medidas Propostas:

#### *a) Priorização da contratação da mão-de-obra local*

Desta forma, manter-se-ão os efeitos positivos da contratação de trabalhadores da região para a implantação de Angra 3, porém minimizando os impactos negativos.

### ***b) Inserção regional***

A Eletronuclear e as empresas contratadas, em acordo com as prefeituras locais, disponibilizarão áreas específicas para alojamentos dos contratados não-residentes na fase de implantação do empreendimento, visando uma ocupação ordenada e urbanizada.

### ***c) Comunicação Social***

Apoiar a Prefeitura Municipal de Angra dos Reis na divulgação de seu Plano Diretor, na área de influência direta do empreendimento, visando sua melhor implementação, de modo a impedir a invasão de áreas protegidas, assim como a retirada de recursos naturais.

### ***d) Educação Ambiental***

Os projetos de Educação Ambiental, que também irão atingir a população atraída pela instalação do empreendimento Angra 3, deverão contribuir para a preservação das áreas protegidas, assim como para minimizar a retirada de recursos naturais.

***e) Apoio ao Programa de Contenção de Ocupação Urbana Irregular da Prefeitura do Município de Angra dos Reis*** visando a contenção da expansão urbana em áreas protegidas, especialmente nos distritos de Cunhambebe e Mambucaba – Área de Influência Direta do empreendimento.

#### 10.3.2.3. Aumento do número de atropelamentos da fauna

Durante a fase de implantação da Usina, seriam necessárias algumas etapas como a construção do canteiro de obras, o transporte de mão-de-obra, e a desativação do canteiro, entre outras, que proporcionariam um incremento no tráfego de veículos na Rodovia BR-101, assim como nas vias de acesso secundárias e dentro da CNAAA.

#### **Quali-quantificação:**

<b>Atributo</b>	<b>Valoração / classificação</b>	<b>Observação</b>
Natureza	Negativo	Perda de indivíduos da fauna terrestre.
Magnitude	Média	
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito dos impactos ambientais: intensificação do tráfego de veículos (leves e pesados).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia juntamente com a fase de instalação do empreendimento.

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Constância/duração	Temporária	Somente durante a fase de obras, quando ocorreria o incremento de tráfego.
Abrangência	Regional	Ao longo da BR-101 (Rio-Santos), na área de influência do empreendimento.
Reversibilidade	Reversível	Redução do número de atropelamentos após o término das obras.

### Medidas Propostas:

#### a) Campanhas de esclarecimentos e treinamentos

A Eletronuclear promoverá campanhas de treinamento específico e rigoroso destinado aos motoristas que trabalharão na construção do empreendimento.

A Eletronuclear promoverá, também, campanhas voltadas à utilização de transporte coletivo, diminuindo assim o tráfego nas rodovias de acesso.

#### 10.3.2.4. Alteração da diversidade e abundância das comunidades terrestres

A redução da cobertura vegetal e a evasão da fauna são impactos que decorrem na variação da diversidade e abundância das comunidades terrestres. Sabe-se que qualquer alteração na cobertura vegetal de uma região afeta a fauna local, seja por destruir ou modificar seus *habitats*, seja por interferir ou interromper os corredores pelos quais os animais costumam circular à procura de água e alimentos. A possibilidade de utilização de manguezais e restingas pela população migrante seria particularmente preocupante, tendo em vista a importância desses ambientes para a reprodução e como local de abrigo de muitas espécies terrestres e aquáticas.

Quando o ambiente se torna inóspito, muitas espécies abandonam a região, morrem, ou ficam impossibilitadas de se reproduzir e espécies oportunistas e de distribuição mais ampla invadem o local. Com isto, a fauna nativa da região, em geral rica, diversificada e composta de espécies características, seria substituída por uma fauna composta de espécies menos exigentes em termos de *habitats* e, por isto, menos diversificada.

**Quali-quantificação:**

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	A fauna nativa da região rica, diversificada e composta de espécies características, seria substituída por uma fauna menos diversificada.
Magnitude	Média	
Significância	Baixa	
Forma	Indireta	Efeito do impacto ambiental: uso e ocupação desordenada do solo.
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia juntamente com a fase de instalação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	A fauna da região retornaria lentamente às condições existentes antes da implantação do empreendimento.
Abrangência	Regional	Ocorreria no entorno da CNAAA e Distritos de Mambucaba e Cunhambebe.
Reversibilidade	Reversível	A fauna da região retornaria às condições originais.

**Medidas Propostas:*****a) Priorização da contratação da mão-de-obra local***

Desta forma, manter-se-ão os efeitos positivos da contratação de trabalhadores da região para a implantação de Angra 3, porém minimizando os impactos negativos.

***b) Comunicação Social***

Apoiar a Prefeitura Municipal de Angra dos Reis na divulgação de seu Plano Diretor, na área de influência direta do empreendimento, visando sua implementação de modo a impedir a invasão de áreas protegidas, a retirada de recursos naturais, a conservação dos *habitats* e das comunidades terrestres nativas.

***c) Inserção regional***

A Eletronuclear e as empresas contratadas, em acordo com as prefeituras locais, disponibilizarão áreas específicas para alojamentos dos contratados não-residentes na fase de implantação do empreendimento, visando uma ocupação ordenada e urbanizada.

#### **d) Educação Ambiental**

Os projetos de Educação Ambiental, que também irão atingir a população atraída pela instalação do empreendimento Angra 3, deverão contribuir para a preservação das áreas protegidas, assim como para minimizar a retirada de recursos naturais, visando conservar os *habitats* e as comunidades terrestres nativas.

#### 10.3.2.5. Modificação da paisagem cênica natural

Entre os principais processos de modificação da paisagem cênica natural poder-se-ia citar: o desmatamento, o corte de madeira de lei, a caça, a retirada de palmito e plantas ornamentais, a extração de terra, os aterros, a expansão urbana e as atividades agropecuárias. Com o incremento do contingente populacional, é provável que essas atividades se intensifiquem, ocasionando uma modificação da paisagem cênica natural ainda maior.

Tendo em vista que Angra 3 está projetada para ser construída na área da CNAAA, onde já existem duas usinas em operação, a paisagem cênica não sofreria modificação significativa. Essas alterações poderiam ocorrer apenas em função da instalação de novas ocupações em áreas ainda naturais.

#### **Quali-quantificação:**

<b>Atributo</b>	<b>Valoração / classificação</b>	<b>Observação</b>
Natureza	Negativo	A paisagem cênica da região seria deteriorada em alguns pontos, principalmente onde ocorresse o uso e ocupação desordenada do solo.
Magnitude	Média	
Significância	Baixa	
Forma	Indireta	Efeito do impacto ambiental: uso e ocupação desordenada do solo.
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia juntamente com a fase de instalação do empreendimento.
Constância/duração	Permanente	A paisagem cênica, depois de alterada pelas novas ocupações, não poderia retornar às condições originais.
Abrangência	Regional	Ocorreria no entorno da CNAAA e distritos de Mambucaba e Cunhambebe.
Reversibilidade	Irreversível	A paisagem cênica, depois de alterada, não poderia retornar às condições originais. Entretanto, poderia ser recuperada nas áreas onde isso seja passível de realização.

## **Medidas Propostas:**

### ***a) Priorização da contratação da mão-de-obra local***

Desta forma manter-se-ão os efeitos positivos da contratação de trabalhadores da região para a implantação de Angra 3, porém minimizando os impactos negativos.

### ***b) Comunicação Social***

A Eletronuclear promoverá, em parceria com a Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, a divulgação de seu Plano Diretor, na área de influência direta do empreendimento, visando sua implementação, de modo a impedir a invasão de áreas protegidas, assim como a degradação do seu patrimônio natural, histórico e cultural.

### ***c) Inserção regional***

A Eletronuclear e as empresas contratadas, em acordo com as prefeituras locais, disponibilizarão áreas específicas para alojamentos dos contratados não-residentes na fase de implantação do empreendimento, visando uma ocupação ordenada e urbanizada.

### ***d) Educação Ambiental***

Os projetos de Educação Ambiental, que também irão atingir a população atraída pela instalação do empreendimento Angra 3, deverão contribuir para conscientização da preservação do espaço físico-natural, visando também à preservação da qualidade da paisagem ambiental da região.

#### 10.3.2.6. Evasão da fauna

A fauna é um fator ambiental que apresenta mobilidade individual ou de grupos, e que por sua vez, faz uso de *habitats* preferenciais para a sua reprodução, alimentação e sobrevivência. Portanto, alterações nesses *habitats* poderiam provocar o fenômeno da evasão da fauna para áreas adjacentes, em busca de *habitats* mais favoráveis.

A evasão da fauna poderia ocorrer de forma temporária e localizada, quando se tratar do impacto de alteração do ecossistema marinho.

Em relação ao meio terrestre, a evasão da fauna ocorreria de forma permanente e possivelmente dispersa, quando se tratar de pressão de ocupação de áreas protegidas, redução da cobertura vegetal e modificação da paisagem cênica natural.

**Quali-quantificação:**

<b>Atributo</b>	<b>Valoração / classificação</b>	<b>Observação</b>
Natureza	Negativo	A evasão dos grupos faunísticos constituir-se-ia em alteração dos ambientes naturais, perturbação destes grupos, bem como possíveis atropelamentos.
Magnitude	Média	
Significância	Baixa	
Forma	Indireta	Efeito dos impactos ambientais: uso e ocupação desordenada do solo, redução da cobertura vegetal e modificação da paisagem cênica natural.
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia juntamente com a fase de instalação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Ocorreria somente durante a fase de instalação do empreendimento.
Abrangência	Regional	Ocorreria no entorno da CNAAA e distritos de Mambucaba e Cunhambebe.
Reversibilidade	Reversível	Ocorreria somente durante a fase de instalação do empreendimento.

**Medidas Propostas:*****a) Priorização da contratação da mão-de-obra local***

Desta forma, manter-se-ão os efeitos positivos da contratação de trabalhadores da região para a implantação de Angra 3, porém minimizando os impactos negativos.

***b) Comunicação Social***

Apoiar a Prefeitura Municipal de Angra dos Reis na divulgação de seu Plano Diretor, na área de influência direta do empreendimento, visando sua implementação de modo a impedir a invasão de áreas protegidas, assim como a retirada de recursos naturais, visando, entre outros, conservar os *habitats* e as comunidades terrestres nativas.

***c) Inserção regional***

A Eletronuclear e as empresas contratadas, em acordo com as prefeituras locais, disponibilizarão áreas específicas para alojamentos dos contratados não-residentes na fase de implantação do empreendimento, visando uma ocupação ordenada e urbanizada.

***d) Educação Ambiental***

Os projetos de Educação Ambiental, que também irão atingir a população atraída pela instalação do empreendimento Angra 3, deverão contribuir para conscientização da

preservação da cobertura vegetal, visando, entre outros, conservar os *habitats* e as comunidades terrestres nativas.

#### 10.3.2.7. Aumento no risco de extinção da fauna e flora

O aumento no risco de extinção de populações ou espécies da fauna e flora seria decorrente dos impactos: variação da diversidade e abundância das comunidades terrestres; redução da cobertura vegetal; aumento do número de atropelamentos da fauna e evasão da fauna. Todos esses aspectos estariam influenciando a quantidade e a distribuição das espécies na área de influência do empreendimento.

O risco de extinção não se referiria, necessariamente, a uma espécie em particular, mas, também, a populações inteiras que, por ventura, ocupem um local a ser degradado.

Para a fauna, ainda existiriam outros fatores de impacto, que se iniciariam com a ocupação desordenada, e potencializariam o risco de extinção: eliminação sistemática dos animais que estejam causando prejuízos econômicos a produtores rurais; caça furtiva; caça clandestina para o comércio de peles e o comércio de animais vivos.

Como cada componente da comunidade faz parte de uma rede de interações, determinada, especialmente, pela cadeia trófica, a possível extinção local de uma espécie, pode ocasionar outros prejuízos, considerando as diversas inter-relações que possam ocorrer entre os animais no meio ambiente. Portanto, esse impacto teria uma abrangência maior, podendo atingir proporções regionais.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	O aumento do risco da extinção de espécies constituir-se-ia em um impacto negativo.
Magnitude	Média	
Significância	Baixa	
Forma	Indireta	Efeito dos impactos ambientais: variação da diversidade e abundância das comunidades terrestres, redução da cobertura vegetal, aumento do número de atropelamentos da fauna e evasão da fauna.
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia juntamente com a fase de instalação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Ocorreria apenas na fase de instalação do empreendimento.

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Abrangência	Regional	Ocorreria no entorno da CNAAA e distritos de Mambucaba e Cunhambebe.
Reversibilidade	Reversível	Após a fase de implantação do empreendimento, os riscos de extinção voltariam às condições normais.

**Medidas Propostas:*****a) Priorização da contratação da mão-de-obra local***

Desta forma, manter-se-ão os efeitos positivos da contratação de trabalhadores da região para a implantação de Angra 3, porém minimizando os impactos negativos.

***b) Comunicação Social***

Apoiar a Prefeitura Municipal de Angra dos Reis na divulgação de seu Plano Diretor, na área de influência direta do empreendimento, visando sua implementação, de modo a impedir a invasão de áreas protegidas, assim como a retirada de recursos naturais, visando, entre outros objetivos, conservar os *habitats* e as comunidades terrestres nativas.

***c) Inserção regional***

A Eletronuclear e as empresas contratadas, em acordo com as prefeituras locais, disponibilizarão áreas específicas para alojamentos dos contratados não-residentes na fase de implantação do empreendimento, visando uma ocupação ordenada e urbanizada.

***d) Educação Ambiental***

Os projetos de Educação Ambiental, que também irão atingir a população atraída pela instalação do empreendimento Angra 3, deverão contribuir para a conscientização da preservação do meio natural, evitando, entre outros, a extinção de populações ou espécies da fauna e flora.

**10.3.3. Meio Socioeconômico**

O Termo de Referência indica a avaliação dos níveis de radiação aos quais os trabalhadores do canteiro de obras de Angra 3 serão expostos, decorrentes da operação das demais Unidades da CNAAA (Angra 1 e 2). Cabe esclarecer que este fato não foi considerado impacto ambiental, pela sua não ocorrência. O canteiro de obras do empreendimento localizado em área interna da CNAAA, é área livre de radiação, ou seja, os trabalhadores ou qualquer indivíduo do público não estarão sujeitos à exposição radiológica proveniente da operação das usinas. O Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional,

implantado no local da CNAAA em 1980, para o acompanhamento dos níveis de radiação devida ao início de operação de Angra 1 (a partir do qual passaram a ser emitidos anualmente a CNEN os relatórios dos resultados obtidos das várias matrizes ambientais) apresenta em seu Relatório Anual de 2003 as seguintes conclusões: *“nas amostras que compõem o Programa, os resultados obtidos em 2003 estão compatíveis com os do período pré-operacional, podendo-se concluir que não houve impacto radiológico no meio ambiente provocado pela operação das usinas Angra 1 e Angra 2. Todos os resultados obtidos estão compatíveis com os valores históricos, obtidos desde o período pré-operacional”*.

#### 10.3.3.1. Aumento da pressão sobre os serviços de infra-estrutura básica de saúde (aumento da incidência de doenças)

De acordo com o Diagnóstico Socioeconômico, a infra-estrutura de saúde pública no município de Angra dos Reis é composta por três hospitais credenciados pelo Sistema Único de Saúde - SUS, dado este igual à base Datasus.

Atualmente, o município sofre com o intenso fluxo de pacientes, tanto locais como dos municípios próximos, como Parati, que procuram as unidades hospitalares de Angra dos Reis, em busca de atendimento. Segundo estimativas da Secretaria Municipal de Saúde de Angra dos Reis, as unidades de saúde no município têm capacidade para atender cerca de 90 mil pessoas. Contudo, essa situação se agrava no período de alta temporada, entre dezembro e março, quando a população aumenta e a infra-estrutura existente não é capaz de atender a demanda adicional por atendimento hospitalar.

A crescente demanda por serviços de saúde, aliada às carências de infra-estruturas e de recursos humanos das unidades hospitalares públicas, têm obrigado parcela considerável de população a procurar os serviços e hospitais da rede particular.

Na vila residencial da Eletronuclear em Praia Brava localiza-se o único hospital da área de influência direta do empreendimento, o Hospital da Fundação Eletronuclear de Assistência Médica, Feam, conhecido como Hospital da Praia Brava. Esse hospital pertence à rede particular e dispõe de instalações modernas, acima dos padrões de instalações similares em grandes centros urbanos, atendendo, através do SUS e de convênios, além dos funcionários da empresa, uma parcela considerável da população que não consegue atendimento na rede pública.

Nas sedes distritais de Mambucaba e Cunhambebe localizam-se postos de saúde com instalações de padrão superior ao da maioria dos postos do Estado do Rio de Janeiro, mas que, em função da alta demanda por atendimento pela população carente local, são bastante pressionados e atualmente não conseguem atender as necessidades da mesma.

A expressiva oferta de empregos diretos e indiretos na fase de construção poderá se constituir em um forte atrativo para o crescimento populacional e possibilitar a ocupação

desordenada no município de Angra dos Reis, reproduzindo em maior ou menor intensidade processos já vivenciados na região. A chegada da população atraída pelas novas oportunidades de emprego, e a conseqüente possibilidade de aumento na incidência de doenças na população local, deverá exercer forte pressão sobre a rede pública de saúde e, principalmente, aquela localizada nas imediações do empreendimento.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Causa a deficiência, ou até mesmo a insuficiência, no atendimento às demandas dos serviços de saúde.
Magnitude	Média	
Significância	Média	
Forma	Direta	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento.
Prazo de ocorrência	Imediato	Ocorrerá durante o período de obras, reduzindo-se gradativamente quando da desmobilização de pessoal (ver histograma da implantação).
Constância/duração	Temporária	Principalmente nos distritos de Cunhambebe e Mambucaba.
Abrangência	Regional	O sistema de saúde, após o final da fase de implantação da obra, sofrerá uma redução significativa da demanda de serviços.
Reversibilidade	Reversível	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento.

#### Medidas Propostas:

##### *a) Priorizar a contratação da mão-de-obra local*

A contratação de mão-de-obra local diminuiria a migração para Angra dos Reis de pessoas (atrás de oportunidades de empregos diretos e indiretos) e por conseqüência, minimizaria a pressão sobre os serviços de saúde pública.

##### *b) Comunicação social*

A Eletronuclear promoverá campanhas de esclarecimento, através dos Programas de Saúde Pública sobre prevenções de doenças sexualmente transmissíveis, dependência química, higiene e outras prevenções de doenças infecto-contagiosas, de forma a minimizar o possível aumento pela demanda de serviços de saúde.

##### *c) Apoiar a Secretaria Municipal de Saúde*

Tal apoio deverá ser direcionado especialmente aos Postos de Saúde de Mambucaba e Cunhambebe, especialmente para o desenvolvimento do Programa de Saúde da Família.

### 10.3.3.2. Aumento da pressão sobre os serviços de infra-estrutura básica de transportes rodoviários

A rodovia BR-101 (Rio-Santos) é a principal, e praticamente única, via de comunicação entre os municípios de Angra dos Reis e Parati. Sendo historicamente uma rodovia em péssimas condições de trafegabilidade, com graves problemas de drenagem e erosão de suas laterais, foi recentemente recuperada pela Eletronuclear, recebendo capeamento asfáltico, boa sinalização e passarelas em pontos críticos, nas proximidades das áreas de maior concentração urbana. Essa rodovia concentra todo o tráfego da região sul do Estado, fazendo a ligação com a cidade do Rio de Janeiro e o litoral paulista, tornando-se assim uma via essencialmente de deslocamentos de turistas.

A BR-101 recebe um volume de veículos significativo, sobretudo nos períodos de alta temporada de turismo, proveniente tanto do sentido norte (Rio de Janeiro) quanto do sentido sul (São Paulo), sendo este último menor que o primeiro. Ela será a principal via para o transporte dos equipamentos, materiais, insumos e mão-de-obra para o empreendimento, além de ser a via a ser utilizada no Plano de Emergência. O aumento do volume de tráfego, sobretudo por equipamentos pesados, poderá levar à degradação da via recentemente recuperada, sobretudo tendo-se em vista os problemas estruturais desta rodovia, que acarretam o alagamento e o deslizamento de suas margens, quando ocorrem grandes chuvas na região. O aumento do volume de tráfego e a possível degradação da rodovia BR-101, poderão acarretar, por sua vez, o aumento dos acidentes de trânsito e a interrupção da via, podendo afetar a atividade turística, de grande importância local e o transitar dos moradores da região.

Vários caminhos vicinais ajudam no transporte da população às principais localidades da região. Estes são precários, apresentando manutenção deficiente. Porém, as vicinais que dão acessos aos grandes condomínios, apresentam revestimento asfáltico em boas condições de rodagem.

Segundo o diagnóstico, já existe uma carência de veículos coletivos para atender a população de Angra dos Reis. Com o aumento do fluxo populacional na fase de construção de Angra 3, esta deficiência irá aumentar, necessitando-se de mais transportes e de uma manutenção mais constante nas estradas.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Causará desconforto e falta de segurança aos usuários das rodovias, bem como insuficiência no atendimento às necessidades de transporte público urbano.
Magnitude	Média	
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito direto de atividades transformadoras: (contratação de trabalhadores para a implantação do empreendimento e intensificação do tráfego de veículos (leves e pesados)).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Ocorrerá durante o período de obras, reduzindo-se gradativamente quando da desmobilização (ver histograma da implantação).
Abrangência	Regional	Ocorrerá na BR-101 e na RJ-155.
Reversibilidade	Reversível	O sistema de transportes, após o final da fase de implantação da obra, sofrerá uma redução significativa na demanda de serviços.

### Medidas Propostas:

#### *a) Manutenção dos convênios com as Prefeituras Municipais e DNIT*

Convênios da Eletronuclear com as instituições competentes, voltados para a manutenção e melhoria das rodovias, garantindo assim aumento de conforto e segurança aos usuários das rodovias.

#### *b) Campanhas de esclarecimentos e treinamentos*

A Eletronuclear promoverá campanhas de esclarecimento, através do Programa Anual de Comunicação da Empresa, sobre as ações de mobilização da mão-de-obra e de equipamentos, de forma a minimizar as perturbações no cotidiano das populações residentes próximas às vias que serão utilizadas.

A Eletronuclear promoverá treinamento específico destinado aos motoristas que trabalharão na construção do empreendimento, quanto a dirigir de forma defensiva.

A Eletronuclear promoverá campanhas voltadas à utilização de transporte coletivo.

**c) Planejamento dos horários de transporte de pessoal, materiais e equipamentos.**

Evitando-se os horários de pico, é possível reduzir-se as perturbações de trânsito envolvendo os veículos participantes diretos da construção e montagem do empreendimento proposto.

**10.3.3.3. Aumento de pressão sobre os serviços de infra-estrutura básica de educação**

A rede pública de Ensino Fundamental no município de Angra dos Reis não atende parcela considerável da população em idade escolar obrigatória (7 a 14 anos). Nessa situação encontra-se, principalmente, a população residente nos locais mais afastados da sede do município - especialmente nas ilhas e no Parque Perequê, Sertãozinho do Frade e Boa Vista - cujas famílias se caracterizam por um baixo padrão socioeconômico.

Um forte indicador dessa realidade é a alta proporção de crianças analfabetas com idade entre 7 a 9 anos residentes nos distritos de Mambucaba e Cunhambebe, respectivamente 25,7% e 20,4%. Em Tarituba, distrito de Parati, esse percentual é de 8,3%. Destaca-se, no entanto, que por ser aí localizada a Vila de Mambucaba, local onde residem os funcionários mais graduados da Eletronuclear, os índices do distrito não refletem as condições efetivas das populações locais, formadas principalmente por pescadores.

A chegada de novos contingentes na área de influência do empreendimento - especialmente a população atraída pela expectativa de emprego na construção de Angra 3 - irá pressionar a infra-estrutura educacional nos locais de moradia dessas famílias, especialmente os distritos de Mambucaba e Cunhambebe, possibilitando a queda na qualidade dos serviços oferecidos e aprofundando o atual quadro de carências do ensino público.

**Quali-quantificação:**

<b>Atributo</b>	<b>Valoração / classificação</b>	<b>Observação</b>
Natureza	Negativo	Causará superlotação comprometendo a qualidade de ensino e falta de vagas nas escolas.
Magnitude	Média	
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito direto de atividades transformadoras: (contratação de trabalhadores para a implantação do empreendimento).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Ocorrerá durante o período de obras, reduzindo-se gradativamente após o término da fase de implantação.

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Abrangência	Regional	Principalmente nos Distritos de Mambucaba e Cunhambebe.
Reversibilidade	Reversível	O sistema de ensino, após o final da fase de implantação do empreendimento sofrerá uma redução significativa na demanda por vagas.

### **Medidas Propostas:**

#### ***a) Priorizar a contratação da mão-de-obra local***

A contratação de mão-de-obra local diminuiria a migração para Angra dos Reis. Conseqüentemente minimizaria a pressão sobre os serviços de educação pública.

#### ***b) Manutenção dos convênios com as Prefeituras Municipais***

A manutenção, pela Eletronuclear, de convênios com as instituições competentes, principalmente com a Prefeitura de Angra dos Reis, poderá minimizar este impacto através de:

- Ações de apoio à prefeitura, focadas na rede de ensino formal, através da promoção de melhoria da infra-estrutura e da qualidade do ensino nas escolas (formação de bibliotecas, informatização, cursos de capacitação de professores, ampliação da oferta de vagas e do número de professores, etc); e
- Ações de assistência social às escolas mais carentes.

#### 10.3.3.4. Aumento de pressão sobre os serviços de infra-estrutura básica de segurança pública (aumento dos índices de violência e criminalidade)

A contratação de um número expressivo de trabalhadores para as obras, da qual deriva num crescimento populacional e possível ocupação desordenada nos aglomerados urbanos próximos ao empreendimento - especialmente no Parque Perequê, Sertãozinho do Frade e Boa Vista -, poderá provocar o aumento nos atuais índices de violência e criminalidade, se não for planejada a ocupação da área e a análise correta de oferta de empregos indiretos na região, frente ao crescimento populacional.

Essa situação poderá ser provocada principalmente pela parcela da população atraída pelas oportunidades de emprego criadas pelo empreendimento e que não conseguir colocação no mercado de trabalho. A falta do emprego, bem como a ausência de uma infra-estrutura

familiar ou de moradia, sem alternativas de lazer cultural e sem ofertas de crescimento profissional, podem levar a comportamentos anti-sociais e/ou ilegais como lesões corporais, furtos e roubos, prostituição, tráfico de entorpecentes, homicídios e uso de armas, provocando perturbações de ordens diversas, não só nas comunidades como também, nas áreas do seu entorno.

Assim, um possível aumento da violência e da criminalidade da região poderá estar diretamente relacionado ao crescimento desordenado da região. O surgimento de aglomerações sem escolas, sem iluminação, sem água e com nenhuma proteção social (normalmente organizadas por igrejas, clubes ou associações), potencializa o crescimento da criminalidade e o conseqüente aumento na pressão sobre a infra-estrutura de serviços de segurança pública.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Ocorrência de delitos, causando perdas materiais, lesões corporais, tráfico de drogas, homicídios, entre outros.
Magnitude	Média	
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito direto de atividades transformadoras: (contratação de trabalhadores para a implantação do empreendimento).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase da implantação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Ocorrerá durante o período de obras, reduzindo-se gradativamente após o término da fase de implantação.
Abrangência	Regional	Agglomerados urbanos próximos ao empreendimento.
Reversibilidade	Reversível	A demanda pelos serviços de segurança pública tende a retornar aos índices pré-existentes.

### Medidas Propostas:

#### *a) Priorizar a contratação da mão-de-obra local*

A contratação de mão-de-obra local diminuiria a migração para Angra dos Reis. Conseqüentemente, minimizaria a pressão sobre os serviços de segurança pública.

#### *b) Manutenção dos convênios com as Prefeituras Municipais*

A manutenção de convênios com as instituições competentes pela Eletronuclear, principalmente com a Prefeitura de Angra dos Reis, poderá minimizar este impacto através de:

- Apoio a ações e programas de educação, ocupação e lazer para a população jovem;
- Apoio a ações e programas de capacitação profissional para jovens e adultos;
- Melhoria das condições da iluminação pública dos aglomerados urbanos situados em torno do empreendimento;
- Apoio a ações e programas para o fomento de associações comunitárias de proteção social.

#### 10.3.3.5. Variação da arrecadação tributária

Os novos trabalhadores representarão um crescimento na massa salarial da região, o que deverá refletir-se em gastos com o consumo de bens e serviços locais, potencializando, principalmente, a expansão do setor terciário. Trata-se, na verdade, de um crescimento de demanda efetiva, uma vez que será acompanhada não só pelo crescimento do consumo, mas, também, pela consolidação de investimentos produtivos. Esse crescimento, que por sua vez, tende a criar um novo ciclo de investimentos, caracteriza-se por gerar efeitos multiplicadores sobre as economias locais, na proporção em que os investimentos e o consumo de bens e serviços se concentrarem nos municípios da área de influência.

Como a demanda agregada deverá elevar-se, aumentará, conseqüentemente, a circulação de mercadorias e a prestação de serviços, principalmente nos municípios que servirão de apoio às obras. Diversos setores da economia, como a locação de imóveis, venda de alimentos e vestuário, transporte, utensílios domésticos, lazer, abastecimento e combustíveis, reparação de veículos, dentre outros, e o comércio de insumos e os serviços que possam servir à construção do próprio empreendimento, terão ampliadas as suas atividades, contribuindo para o aumento da atividade econômica na região, que se refletirá no aumento da arrecadação tributária. Esse crescimento significará a elevação das arrecadações municipais, basicamente, através do recolhimento de ISS e ICMS.

Este impacto deverá ter seus efeitos principalmente nos municípios de Angra dos Reis e Parati, onde estará concentrada a mão-de-obra para a construção do empreendimento.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Positiva	Aumento das receitas das prefeituras municipais através do incremento nas arrecadações de impostos (ISS e ICMS).
Magnitude	Média	
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito direto de atividades transformadoras: (contratação de trabalhadores para a implantação do empreendimento).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Ocorrerá durante o período de obras, reduzindo-se gradativamente após o término da fase de implantação.
Abrangência	Regional	Principalmente nos municípios de Angra dos Reis e Parati.
Reversibilidade	Reversível	A tendência é de que a arrecadação retorne às condições pré-existentes.

### Medidas Propostas:

#### *a) Priorização da contratação da mão-de-obra local*

Desta forma mantêm-se os efeitos positivos da contratação de trabalhadores da região para a implantação de Angra 3, porém minimizando os impactos negativos.

#### *a) Comunicação Social*

Manter empresários, comerciantes e a população local informados sobre os benefícios do empreendimento para a região, através do Programa Anual de Comunicação Social. Outra forma para provocar a maximização deste impacto é promover encontros, palestras, seminários com a Associação Comercial do Município (ou grupo próximo a essa) bem como a população sobre o possível crescimento comercial.

#### 10.3.3.6. Variação da massa salarial

A presença, na região, de um importante novo contingente de assalariados, por um período razoavelmente longo (aproximadamente seis anos), irá provocar um aumento da massa salarial na área de influência direta, proporcionando uma melhoria no poder de compra dos trabalhadores, que tenderão a despender parte desta massa salarial na aquisição de bens e serviços locais, ampliando a dinâmica dos setores econômicos dessa área de influência.

Além do forte incremento do mercado formal de trabalho, que será verificado durante a construção do empreendimento, deve-se também prever um crescimento significativo do

mercado informal de trabalho, relacionado às diversas oportunidades que deverão surgir associadas aos novos moradores que virão se instalar na região e aos atuais habitantes que terão seu poder aquisitivo ampliado, graças ao crescimento da dinâmica financeira no setor de serviços.

A obra demandará insumos e serviços necessários, que poderão ser adquiridos ou contratados na própria região. Além disso, terá ainda uma forte influência no crescimento do comércio e dos serviços locais, abrindo possibilidades de novos postos de trabalho. Como o empreendimento ocasionará um maior fluxo de pessoas que se deslocarão para a área a fim de conseguir empregos, isso significará maior demanda por produtos e serviços, gerando mais empregos. Com empregos novos, a renda familiar também crescerá, facilitando, por sua vez, a inclusão social e aumentando o poder de compra. Há de se considerar ainda que a geração de novos empregos e aumento da renda aumentarão o capital circulante e isso provocará um aquecimento da economia local, em função de uma demanda maior por bens e serviços, permitindo o crescimento desses setores e induzindo a novas contratações.

Considera-se que este impacto será sentido principalmente nos municípios de Angra dos Reis e Parati, onde estará localizada a grande maioria da mão-de-obra para a construção do empreendimento, inclusive aqueles de maior salário nominal, bem como, de forma secundária, nos municípios de Rio Claro e Barra Mansa, que deverão representar também fontes fornecedoras de mão-de-obra para o empreendimento; e também, mas de forma menos acentuada, nos municípios de Mangaratiba e Resende, em decorrência de sua proximidade com a área de implantação do empreendimento, podendo servir de fontes de mão-de-obra, insumos e serviços.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Positiva	O aumento da massa salarial ocasionará empregos indiretos e “aquecerá” a economia (principalmente o comércio) da região
Magnitude	Média	
Significância	Alta	
Forma	Direta	Efeito direto de atividades transformadoras: (contratação de trabalhadores para a implantação do empreendimento).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento proposto.
Constância/duração	Temporária	Ocorrerá durante o período de obras, reduzindo-se gradativamente após o término da fase de implantação.
Abrangência	Regional	Principalmente nos municípios de Angra dos Reis, Parati,

Atributo	Valoração / classificação	Observação
		Barra Mansa, Rio Claro, Resende e Mangaratiba (os dois últimos com menor intensidade).
Reversibilidade	Reversível	A tendência é a de que a massa salarial retorna às condições pré-existentes.

### **Medidas Propostas:**

#### ***a) Priorização da contratação da mão-de-obra local***

Desta forma, mantêm-se os efeitos positivos da contratação de trabalhadores da região para a implantação de Angra 3, porém minimizando-se os impactos negativos.

#### ***a) Comunicação Social***

A Eletronuclear promoverá, em parceria com as Prefeituras Municipais, campanhas de esclarecimento junto às associações do comércio e da indústria locais, relacionadas aos insumos e serviços necessários ao empreendimento.

#### 10.3.3.7. Variação do dinamismo econômico

A presença de um grande número de novos assalariados e as possibilidades de ampliação das atividades existentes, bem como, de novos negócios decorrentes do quadro que se estabelecerá na Área de Influência durante a construção do empreendimento, deverá promover um aquecimento dos investimentos e das atividades dos diferentes setores econômicos da região. Esse aquecimento pode ser ainda mais incentivado, caso ocorram aquisições de bens e contratações de serviços locais diretamente pelo empreendimento.

Este impacto será mais sentido nos municípios de Angra dos Reis, Parati e Rio Claro, devido à proximidade com o empreendimento. Os três municípios, conforme indicado no Diagnóstico Ambiental, deparam-se com grandes dificuldades e apresentam sinais de estagnação econômica, fundamentalmente no setor primário.

A nova situação que será criada com a implantação de Angra 3, envolvendo um significativo aumento da massa salarial na região e a presença de um número significativo de novas pessoas, deverá permitir um crescimento do setor primário, sobretudo no que diz respeito à fruticultura, horticultura, pecuária e pesca, que são atividades existentes e consolidadas nos municípios de Angra dos Reis e Parati, embora vivendo um momento de decênio, e que irão se deparar com um forte aumento da demanda local, decorrente do crescimento populacional.

O setor terciário será seguramente o maior beneficiário do incremento do dinamismo econômico, podendo-se prever um significativo aumento no comércio, sobretudo no que diz respeito aos setores de alimentos, vestuário, e serviços, em especial em relação às atividades imobiliárias, de lazer, de alimentação, de abastecimento e reparos de veículos, de comunicação e de transporte.

O setor secundário deverá, também, apresentar incrementos, provavelmente menos expressivos que os demais setores. As atividades relacionadas à transformação de produtos agropecuários, à indústria da construção e às pequenas manufaturas de produtos têxteis e artesanais deverão ser as mais beneficiadas.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Positiva	Benefícios diretos para o aquecimento dos setores terciário (com maior intensidade), secundário e primário.
Magnitude	Alta	
Significância	Alta	
Forma	Direta	Efeito direto de atividades transformadoras: (contratação de trabalhadores para a implantação do empreendimento).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Ocorrerá durante o período de obras, reduzindo-se gradativamente após o término da fase de implantação.
Abrangência	Regional	Principalmente nos Municípios de Angra dos Reis, Parati e Rio Claro.
Reversibilidade	Reversível	A tendência é a de que o dinamismo da economia sofra uma redução após o término da fase de implantação.

### Medidas Propostas:

#### *a) Privilegiar a aquisição de insumos e a contratação de serviços na região para a construção do empreendimento*

Desta forma, mantêm-se os efeitos positivos da contratação de trabalhadores da região para a implantação de Angra 3, porém minimizando-se os impactos negativos.

#### *b) Comunicação Social*

A Eletronuclear manterá os empresários, comerciantes e a população informada sobre as possibilidades de negócios, necessidades das obras e prazos, através do Programa Anual de Comunicação da empresa.

A Eletronuclear promoverá cursos, palestras e seminários junto à sociedade sobre a necessidade da capacitação profissional e empresarial.

#### 10.3.3.8. Desenvolvimento tecnológico

Os trabalhadores e empresas contratados para a construção e montagem do empreendimento serão submetidos a treinamentos, retreinamentos, aprendizados, conhecimento de equipamentos, novas técnicas construtivas, de montagem e manutenção, além de práticas de preservação/conservação do meio ambiente, trabalho em equipe, saúde e segurança. Este impacto recicla, fortalece e atualiza os trabalhadores para o mercado de trabalho de obras civis, entre outros.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Positiva	Todos os trabalhadores e/ou empresas contratadas para a implantação de Angra 3 sofrerão um incremento significativo de experiência e conhecimento, que são vantagens consideráveis para o mercado de trabalho.
Magnitude	Alta	
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora: (contratação de trabalhadores para a implantação do empreendimento).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento.
Constância/duração	Permanente	O período de aprendizado é restrito à fase de implantação do empreendimento. Porém, por tratar-se de conhecimento humano e desenvolvimento pessoal, o impacto é considerado permanente.
Abrangência	Estratégico	Os trabalhadores a serem contratados serão na sua maior parte, de diversos municípios da região. Porém a qualificação da mão-de-obra pode expandir-se inclusive para outros Estados.
Reversibilidade	Irreversível	A capacitação, treinamento e aquisição de conhecimentos pelos trabalhadores é permanente.

#### Medidas Propostas:

##### *a) Intensificação dos programas de treinamento e capacitação dos trabalhadores*

Este impacto positivo deve ser maximizado através da intensificação dos treinamentos. Os cursos devem ser sistemáticos, periódicos e obrigatoriamente devem ser exigidos junto às empresas subcontratadas.

### 10.3.3.9. Aumento de pressão sobre os serviços de infra-estrutura básica de saneamento

Na área de influência direta do empreendimento, conformada pelos distritos de Cunhambebe, Mambucaba e sede municipal (Angra dos Reis) e distrito de Tarituba (Parati), apenas cerca de 34,4% do total dos domicílios são atendidos com serviços de saneamento básico adequados (rede geral de distribuição de água com canalização interna, esgotamento sanitário por rede geral e coleta de lixo por serviço de limpeza urbana). O distrito de Tarituba, em função da presença da vila residencial da Eletronuclear, tem a maior proporção de domicílios nessa condição (74% dos domicílios), seguido, em ordem decrescente, por Cunhambebe (36,7%), a sede municipal de Angra dos Reis (35,5%) e Mambucaba (18,4%).

Considera-se, portanto, que apenas o distrito de Tarituba seja atendido adequadamente, sendo os demais distritos carentes no que diz respeito ao saneamento básico. O distrito de Mambucaba, por sua vez, expressa situações díspares - enquanto Praia Brava, vila residencial da Eletronuclear, tem a quase totalidade de domicílios com saneamento básico adequado, as demais áreas, principalmente o Parque Perequê, ocupação recente de população de baixa renda, são totalmente desprovidas de infra-estrutura de saneamento básico. Destacam-se, ainda, como situações críticas, as localidades denominadas de Sertãozinho do Frade (Cunhambebe) e de Boa Vista (Mambucaba).

Em decorrência da implantação de Angra 3 e do crescimento populacional previsto para a área, especialmente nos distritos de Mambucaba e Cunhambebe, em função dos empregos indiretos criados e da população atraída pelo empreendimento, deverá ocorrer uma pressão sobre a infra-estrutura de saneamento básico (abastecimento d'água, esgotamento sanitário e coleta e destino final de resíduos sólidos), deteriorando ainda mais a situação preexistente.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Causa a deficiência, ou até mesmo a insuficiência, no atendimento às demandas dos serviços de saneamento, aumentando índices de incidência de doenças.
Magnitude	Média	
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora: (contratação de trabalhadores para a implantação do empreendimento).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento proposto.

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Constância/duração	Temporária	Ocorrerá durante o período de obras, reduzindo-se gradativamente após o término da fase de implantação.
Abrangência	Regional	Principalmente no Município de Angra dos Reis, nos distritos de Cunhambebe e Mambucaba.
Reversibilidade	Reversível	O sistema de saneamento, após o final da fase de implantação da obra, sofrerá uma redução significativa na demanda de serviços.

### **Medidas Propostas:**

#### ***a) Manutenção dos convênios com as Prefeituras Municipais***

A manutenção de convênios da Eletronuclear com as instituições competentes, principalmente com a Prefeitura de Angra dos Reis,

#### ***b) Priorizar a contratação da mão-de-obra local***

A contratação de mão-de-obra local diminuiria a migração, para Angra dos Reis de pessoas atrás de oportunidades de empregos diretos e indiretos; e, conseqüentemente, minimizaria a pressão sobre os serviços de saneamento.

#### ***c) Educação ambiental***

Promoção de cursos com temas associados ao abastecimento d'água, esgotamento sanitário e coleta e destino final de resíduos sólidos, de forma que proporcionem mudanças comportamentais e estimulem práticas ambientais sustentáveis.

#### ***d) Comunicação Social***

Campanhas de conscientização dos trabalhadores e da população acerca dos cuidados básicos a serem tomados com efluentes sanitários, resíduos sólidos e consumo de água.

### 10.3.3.10. Ocupação desordenada do solo

Os estudos realizados para o Diagnóstico Ambiental indicam que a população que se dirigirá para a região, em decorrência dos postos de trabalho ofertados, concentrar-se-á principalmente nos distritos de Cunhambebe, onde se localiza a CNAAA e de Mambucaba, onde se encontra a vila residencial de Praia Brava, da Eletronuclear, e no distrito de Tarituba, local da vila residencial de parte dos funcionários da empresa, no município de Parati.

Os padrões de ocupação destes distritos se caracterizam pelo convívio de aglomerados subnormais e condomínios de alto padrão econômico. Os aglomerados subnormais são constituídos de construções de acabamento incompleto, caracterizadas pelo emprego de materiais pobres ou de aproveitamento de demolições, em áreas de difícil acesso, sem infraestrutura urbana adequada.

Hoje, o processo de expansão urbana em Mambucaba e Cunhambebe já ameaça os limites do Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB) e invade por completo a faixa de domínio da BR-101 (Rio-Santos). O adensamento populacional em áreas com ocupação desordenada e de aglomerados subnormais irá acirrar os problemas já observados atualmente, devendo-se prever uma forte pressão por ocupação de áreas protegidas, especialmente no PNSB.

Da mesma forma, a construção de moradias rudimentares deverá representar uma pressão sobre os recursos naturais, em função da demanda por insumos construtivos.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Este impacto constitui, além da fixação de aglomerados urbanos em áreas proibidas por lei (Planos Diretores, Conama, etc), uma série de impactos indiretos: pressão nos serviços de infra-estrutura, pressão sobre os recursos naturais em áreas protegidas, aumento da suscetibilidade a deslizamentos, entre outros.
Magnitude	Alta	
Significância	Alta	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora: (contratação de trabalhadores para a implantação do empreendimento).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento.
Constância/duração	Permanente	A tendência é a de que as populações assentadas se fixem nos locais onde estabeleceram moradias.
Abrangência	Regional	Principalmente nos distritos de Cunhambebe, Mambucaba e Tarituba.
Reversibilidade	Irreversível	Após o término das obras, parte da população atraída pelo empreendimento continuará estabelecida nas mesmas áreas.

#### Medidas Propostas:

##### *a) Priorização da contratação da mão-de-obra local*

Desta forma, mantêm-se os efeitos positivos da contratação de trabalhadores da região para a implantação de Angra 3, porém minimizando-se os impactos negativos.

**b) Apoio ao Programa de Contenção de Ocupação Urbana Irregular da Prefeitura de Angra dos Reis**, visando especialmente à contenção da expansão urbana em áreas nos distritos de Mambucaba e Cunhambebe. A ocupação nessas áreas ameaça os limites sul do Parque Nacional da Serra da Bocaina - PNSB e invade por completo a faixa de domínio da BR-101.

**c) Comunicação Social**

Apoiar a Prefeitura Municipal de Angra dos Reis na divulgação de seu Plano Diretor na área de influência direta do empreendimento, visando sua implementação, de modo a impedir a ocupação desordenada.

A Eletronuclear promoverá campanhas voltadas para o esclarecimento dos trabalhadores e da população local e regional sobre as reais possibilidades de emprego decorrentes da construção do empreendimento.

**d) Inserção regional**

A Eletronuclear e as empresas contratadas, em acordo com as prefeituras locais, disponibilizarão áreas específicas para alojamentos dos contratados não-residentes na fase de implantação do empreendimento, visando uma ocupação ordenada e urbanizada.

**e) Educação Ambiental**

Promoção de cursos com temas associados ao uso e ocupação desordenada do solo e suas conseqüências como a pressão sobre os recursos naturais em áreas protegidas e o aumento da suscetibilidade a deslizamentos, entre outros.

10.3.3.11. Incidência de acidentes no trabalho

O Brasil se insere atualmente no grupo dos países com mais alta incidência de acidentes no trabalho (MPS/INSS, 2000). Portanto, tal impacto deve ser considerado para as obras de construção e montagem de Angra 3.

As conseqüências para os trabalhadores podem ser ferimentos leves, graves, invalidez e morte.

**Quali-quantificação:**

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Conseqüências diversas à saúde dos trabalhadores das obras.
Magnitude	Baixa	

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora: (contratação de trabalhadores para a implantação do empreendimento).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento proposto
Constância/duração	Temporária	Será restrita à fase de instalação do empreendimento.
Abrangência	Local	Restrito aos trabalhadores e ao local de trabalho (canteiro de obras de Angra 3).
Reversibilidade	Reversível	Tais acidentes podem ser evitados ou minimizados.

### **Medidas propostas:**

#### ***a) Treinamento e qualificação dos trabalhadores.***

#### ***b) Segurança, saúde no trabalho e meio ambiente (SSTMA).***

Ambas as medidas são de caráter preventivo, onde são valorizados o treinamento, a conscientização e o aprendizado dos trabalhadores como forma de evitar acidentes no ambiente de trabalho.

#### ***c) Utilização de equipamentos de proteção individual (EPI)***

O empreendedor fornecerá e todos os funcionários deverão utilizar o EPI adequadamente, para que, em caso de acidente, os danos à saúde sejam minimizados.

### 10.3.3.12. Exposição de pessoas a ruídos e vibrações

A população atingida, exposta a ruídos e vibrações, engloba os trabalhadores envolvidos diretamente com a construção e montagem de Angra 3 e, em menor intensidade, os trabalhadores da CNAAA e a população ao longo da BR-101.

A população residente e/ou com atividades econômicas ao longo da BR-101 (Rio-Santos), principal via de acesso à CNAAA, será atingida devido ao incremento do tráfego de veículos (leves e pesados) transporte de pessoas, equipamentos e materiais para o empreendimento.

Conforme o nível e tempo de exposição, a população atingida poderá sofrer uma alteração transitória da audição, ou seja, alterações temporárias de limiar. Trata-se de um

efeito de curto prazo representado pela redução da sensibilidade auditiva, que retorna gradualmente ao normal depois de cessada a exposição; também dependente da sensibilidade individual. No caso de atingidos ou extrapolados os limites de tolerância legais, a exposição ao ruído gera aceleração da pulsação, aumento da pressão sangüínea e estreitamento dos vasos sangüíneos, podendo implicar também em mudanças no comportamento, tais como, nervosismo, fadiga mental, frustração e prejuízo no desempenho no trabalho.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	A população atingida pode ter a audição comprometida e sofrer alterações de comportamento, entre outros efeitos.
Magnitude	Baixa	
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora (geração de ruídos e vibrações).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a implantação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Será restrita à fase de implantação do empreendimento.
Abrangência	Regional	É considerada regional (ocorrerá ao longo da BR-101), porém é significativa apenas no canteiro de obras.
Reversibilidade	Reversível	Após a fase de implantação do empreendimento, os níveis de ruído e vibrações retornarão às condições pré-existentes.

### Medidas Propostas:

#### *a) Manutenção preventiva dos equipamentos*

A regulagem e a manutenção dos equipamentos a serem utilizados nas obras de construção e montagem do empreendimento poderão reduzir os níveis de ruído e vibrações nas fontes geradoras.

#### *b) Utilização de equipamentos de proteção individual (EPI)*

O empreendedor fornecerá e todos os funcionários deverão utilizar EPI adequadamente. Para atividades específicas ou em locais sujeitos à exposição a ruídos e vibrações, a utilização de protetores auriculares será obrigatória.

#### *c) Planejamento dos horários de transporte*

Evitando-se os horários noturnos, quando o *background* (ruído de fundo) tem níveis menores, a perturbação causada pelo tráfego de veículos torna-se menor.

### 10.3.3.13. Aumento do risco de acidentes rodoviários

O aumento da circulação de veículos nas estradas também concorre para aumentar o risco de acidentes com a população ao longo da rodovia, que costuma utilizar as mesmas vias. A simples presença de veículos, de grande porte em circulação e a sua convivência com os demais veículos mudam a percepção dos outros motoristas, que são obrigados a dividir os mesmo espaços com veículos de carga, mais largos e altos que os convencionais.

Essa problemática será refletida, necessariamente, sobre a população residente nos aglomerados urbanos ao longo do trecho, possivelmente, sob a forma de aumento de atropelamentos, danos materiais, maiores dificuldades de travessia da via, etc. Em outras palavras, o nível de acidentes deverá, durante essas fases, apresentar um pequeno acréscimo em relação ao atual.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Pode causar perdas materiais e físicas aos envolvidos e, em casos extremos, morte.
Magnitude	Baixa	
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora: (intensificação do tráfego de veículos (leves e pesados)).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Será restrito à fase de obras e mínimo durante a fase de operação.
Abrangência	Regional	Ocorrerá nos aglomerados urbanos localizados ao longo da BR-101, principalmente no município de Angra dos Reis.
Reversibilidade	Reversível	Após o final da fase de implantação os níveis de acidentes tendem a voltar aos normais.

#### Medidas Propostas:

##### *a) Manutenção dos convênios com as Prefeituras Municipais e DNIT*

Os convênios da Eletronuclear com as instituições competentes, voltados para a manutenção e melhoria das rodovias, passarelas e interseções com áreas urbanas, resultarão na redução dos níveis de acidentes rodoviários na região.

### ***b) Campanhas de esclarecimentos e treinamentos***

A Eletronuclear promoverá campanhas de esclarecimento, através do Programa Anual de Comunicação da empresa, sobre as ações de mobilização da mão-de-obra e de equipamentos, de forma a minimizar as perturbações no cotidiano das populações residentes próximas às vias que serão utilizadas.

A Eletronuclear realizará campanha de informação e educação dirigida aos motoristas alocados nas obras, sobre os locais e a presença de veículos de carga e de passeio, composta principalmente por informações sobre direção defensiva no trânsito.

A Eletronuclear promoverá campanhas de segurança de trânsito aos pedestres bem como educação de trânsito aos mesmos.

A Eletronuclear promoverá treinamento específico destinado aos motoristas que trabalharão na construção do empreendimento.

### ***c) Planejamento dos horários de transporte de pessoal, materiais e equipamentos.***

Evitando-se os horários de pico, é possível reduzir-se a incidência de acidentes envolvendo veículos participantes diretos da construção e montagem do empreendimento.

#### 10.3.3.14. Aumento da pressão nos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos (não radioativos)

A produção de resíduos sólidos, de forma direta (construção do empreendimento) e indireta (aumento da população da região), requererá maior eficiência e recursos para o gerenciamento adequado, além de espaço para disposição final. Considera-se como gerenciamento de resíduos: a separação (no gerador de resíduos), a coleta, o transporte, a disposição final em local adequado, além de, se for o caso, o encaminhamento de resíduos para reciclagem e/ou reaproveitamento.

Falhas no gerenciamento dos resíduos causam problemas de saneamento básico e conseqüentes danos à saúde humana. A disposição irregular, em locais inadequados, como margens de cursos d'água, áreas de mangue ou encostas, também são características de áreas urbanas que sofrem expansão.

Os principais “custos” ambientais gerados pela deficiência no gerenciamento dos resíduos são os seguintes:

- Depósitos de entulhos e resíduos podem tornar-se abrigo de vetores transmissores de doenças (ratos, baratas, moscas e mosquitos) e de animais peçonhentos (cobras, aranhas e escorpiões);
- Resíduos dispostos nas vias públicas e córregos afetam a drenagem e a estabilidade das encostas;
- Degradação da paisagem urbana;
- Desperdício de recursos naturais não-renováveis;
- Redução da vida útil dos locais adequados para disposição dos resíduos não-recicláveis (aterros sanitários).

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Redução da vida útil os locais adequados para disposição dos resíduos não-recicláveis, no caso de disposição correta, e variados danos ambientais, no caso da deficiência nos serviços de gerenciamento.
Magnitude	Média	
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora (geração de resíduos sólidos).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia com a fase de implantação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Será restrito à fase de implantação e mínimo durante a fase de operação.
Abrangência	Regional	Ocorrerá nos arredores de Cunhambebe, Mambucaba e Angra dos Reis (sede).
Reversibilidade	Reversível	Após o final da fase de implantação do empreendimento a geração de resíduos será reduzida, gradativamente, aos níveis normais.

### Medidas Propostas:

#### *a) Campanhas de esclarecimentos e treinamentos*

A Eletronuclear promoverá campanhas com os trabalhadores e com as comunidades no entorno da CNAEA, visando o esclarecimento dos mesmos, através do Programa Anual de Comunicação Social e Educação Ambiental, sobre resíduos sólidos.

### ***b) Continuidade do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da CNAAA***

Deverá ser dada continuidade ao Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da CNAAA, aplicando-o às obras de construção e montagem de Angra 3, seguindo-se as seguintes diretrizes:

1) Disposição em recipientes de coleta seletiva, em locais previamente definidos do Canteiro de Obras.

2) Posteriormente, se for o caso, acondicionamento em invólucros apropriados para descarte por empresa licenciada, contratada para este fim, à semelhança do que foi efetuado em Angra 2.

3) Temporariamente, podem ser transportados para áreas já existentes dentro das instalações da CNAAA, especificamente destinadas ao armazenamento temporário e seleção destes resíduos.

4) Após o recebimento e seleção desses resíduos, os mesmos serão processados para descarte final em áreas apropriadas.

5) Os restos de materiais, entulhos de obra, sobras de madeiras e restos de alvenarias, serão transportados para aterros apropriados.

6) Os resíduos industriais, como restos de sucatas, pontas de ferro de construção, deverão ser acondicionados em caçambas metálicas, distribuídas em pontos estrategicamente definidos, dentro do “site” do Canteiro de Obras, sendo posteriormente transportados para armazenamento em áreas já existentes dentro das instalações da CNAAA, especificamente destinadas a seleção e posterior comercialização para reprocessamento.

7) O descarte dos resíduos químicos, restos de solventes, latas de tintas, será feito, após terem sido acondicionados em recipientes apropriados, por encaminhamento dos mesmos a empresas especializadas no descarte final destes resíduos.

8) Os resíduos provenientes da limpeza química das redes de tubulações dos sistemas da planta, na fase de montagem e comissionamento, serão conduzidos através de bombeamento até as piscinas de coleta e precipitação com agentes químicos, visando torná-los inertes, antes do descarte dos efluentes no sistema de drenagem pluvial, após o seu monitoramento.

9) No caso dos resíduos dos processos de britagem, se aplicável, serão construídos tanques de decantação, onde serão coletados os resíduos provenientes do processo de lavagem da brita, para segregação do material sedimentar e liberação dos efluentes limpos no sistema de drenagem pluvial, sendo os resíduos sólidos coletados e transportados para descarte em local apropriado.

### 10.3.3.15. Desmobilização da mão-de-obra

Ao analisar-se o histograma previsto para o contingenciamento de trabalhadores nas diferentes fases da implantação de Angra 3 (Anexo 3 – Histograma de trabalhadores para a construção da Unidade 3 da CNAEA (Angra 3)), é possível observar que haverá a desmobilização de um grande número de trabalhadores ao final do quinto ano da fase de implantação.

A liberação de um grande contingente de empregados provoca impactos de natureza econômica e social, devendo afetar sobretudo o Município de Angra dos Reis. Por outro lado, a situação de desmobilização de mão-de-obra diminuirá substancialmente a sobrecarga nas estruturas urbanas vizinhas ao complexo nuclear, notadamente no Perequê e no Frade, uma vez que é esperado que as pessoas desmobilizadas e não residentes retornem ao seu local de origem ou busquem trabalho em outros lugares.

Mesmo assim, é provável que parte desse contingente desmobilizado, inclusive de profissionais qualificados, procure permanecer na região, procurando colocações de difícil obtenção, vivendo de biscates ou iniciando novos negócios, criando-se assim uma situação temporária de potencial aumento dos problemas sociais existentes.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Poderá gerar problemas sociais diversos, por causa do desemprego do grande contingente desmobilizado.
Magnitude	Média	
Significância	Alta	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora: (contratação de trabalhadores para a implantação do empreendimento).
Prazo de ocorrência	Médio Prazo	Torna-se significativo no início do quinto ano das obras de construção e montagem de Angra 3.
Constância/duração	Temporária	A tendência é que o contingente de operários desmobilizados seja absorvido pelas oportunidades de trabalho a curto e médio prazo.
Abrangência	Regional	Principalmente nos distritos de Cunhambebe, Mambucaba e Tarituba.
Reversibilidade	Reversível	Após o término das obras, os operários desmobilizados que optarem por permanecer na região serão naturalmente absorvidos pelo mercado de trabalho.

## **Medidas Propostas:**

### ***a) Priorização da contratação da mão-de-obra local***

Desta forma, mantêm-se os efeitos positivos da contratação de trabalhadores da região para a implantação de Angra 3, porém minimizando-se os impactos negativos.

### ***b) Manutenção dos convênios com as Prefeituras Municipais***

A manutenção de convênios com as instituições competentes, principalmente com a Prefeitura de Angra dos Reis, poderá minimizar este impacto através de:

- Apoio a ações e programas de capacitação profissional para jovens e adultos nas atividades profissionais requeridos pelo mercado de trabalho local.
- Apoio a ações e programas para o fomento de associações comunitárias de proteção social.

### ***c) Comunicação Social***

- Apoiar a Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, na divulgação de seu Plano Diretor na área de influência direta do empreendimento, visando sua implementação, de modo a impedir a invasão de áreas protegidas assim como a retirada de recursos naturais.
- A Eletronuclear promoverá campanhas voltadas para o esclarecimento dos trabalhadores e da população local e regional sobre as reais possibilidades de emprego decorrentes da construção do empreendimento.
- A Eletronuclear promoverá campanhas de orientação aos trabalhadores sobre reinserção no mercado de trabalho.

## **10.4. FASE DE OPERAÇÃO**

### **10.4.1. Meio Físico**

#### **10.4.1.1. Considerações sobre emissões radioativas (líquidas e gasosas)**

Cabe ressaltar que, conforme demonstrado no "Volume 1 - Caracterização do Empreendimento", as emissões gasosas e líquidas radioativas não serão significativas, inclusive considerando-se a operação das três unidades da CNAEA concomitantemente. O

montante de lançamentos previstos não pode prejudicar a saúde humana nem o meio ambiente, e encontra-se em níveis bastante inferiores aos permitidos pela legislação pertinente (CNEN). Portanto, tecnicamente, não há como considerar tais efeitos como impactos ambientais.

Adicionalmente, como mencionado no item 10.3.3, para a fase de construção do empreendimento, o Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional, implantado no local da CNAAA em 1980, para o acompanhamento dos níveis de radiação devidos ao início de operação de Angra 1- a partir da qual passaram a ser emitidos anualmente à CNEN os relatórios dos resultados obtidos das várias matrizes ambientais - apresenta em seu Relatório Anual de 2003 as seguintes conclusões: “ nas amostras que compõem o programa, os resultados obtidos em 2003 estão compatíveis com os do período pré-operacional, podendo-se concluir que não houve impacto radiológico no meio ambiente provocado pela operação das usinas Angra 1 e Angra 2. Todos os resultados obtidos são compatíveis com os valores históricos, obtidos desde o período pré-operacional”.

#### 10.4.1.2. Alteração da qualidade das águas

O impacto sobre a qualidade das águas a ser causado pela operação de Angra 3 ocorre no corpo receptor dos efluentes líquidos produzidos na usina: o mar, em Itaorna e no Saco Piraquara de Fora.

As águas derivadas de precipitações pluviométricas, bem como efluentes sanitários, serão dirigidos para canais de drenagem que desembocam em Itaorna.

Os efluentes líquidos provenientes do sistema de resfriamento dos condensadores principais de Angra 3, assim como os das demais usinas hoje em operação, terão o Saco Piraquara de Fora como destino final, e os demais, provenientes dos respectivos sistemas de tratamento, serão descarregados no poço de selagem principal.

Após circular pelos trocadores de calor como água de resfriamento para efeito de condensação do vapor de exaustão das turbinas de baixa pressão da usina Angra 3, a água do mar, com uma vazão total de **77 m<sup>3</sup>/s**, juntar-se-á às águas de resfriamento dos efluentes das demais usinas de Angra 1 e 2 e, através de túnel escavado na rocha, será lançada no Saco Piraquara de Fora em local suficientemente distante do local de captação da água do mar.

A vazão do efluente de refrigeração de Angra 1 é de 40 m<sup>3</sup>/s e a de Angra 2, de 77 m<sup>3</sup>/s. Com a implementação de Angra 3, que deverá operar com uma vazão igual à de Angra 2, está previsto um aumento de aproximadamente 65,8% da vazão atual, quando atingirá um fluxo total de **194 m<sup>3</sup>/s**.

Com a implementação de Angra 3, além do aumento da vazão anteriormente demonstrado, haverá um incremento na variação da temperatura. A situação atual, observando-se este parâmetro apenas com a operação plena das Unidades 1 e 2 da CNAAA, resulta em um acréscimo de temperatura de 7,8 °C. A variação da temperatura da água, provocada pelos sistemas de resfriamento das três unidades da CNAAA em operação plena, será de 8,3 °C. No entanto, tais valores podem ser ampliados ou reduzidos, a depender do número de bombas em funcionamento, da temperatura da água captada em Itaorna e da quantidade de calor gerada pelas usinas, que é diretamente proporcional à potência de operação das mesmas. O aumento médio de temperatura não causará alterações significativas à temperatura global do corpo receptor.

Os estudos de modelagem realizados pela UERJ, particularmente os de modelagem de dispersão térmica, demonstram que haveria ampliação dos efeitos turbulentos na área próxima à saída dos efluentes, o que ficaria restrito àquele trecho da enseada, não comprometendo o regime de escoamento do efluente térmico (dispersão superficial).

Se mantidas as condições atuais de lançamento e dispersão dos efluentes para as Unidades 1 e 2 da CNAAA, a zona de mistura (que possui 750 metros de extensão a partir do ponto de lançamento dos efluentes) não seria alterada pela entrada em funcionamento da usina de Angra 3.

Considerando-se então que:

- a zona de mistura permanecerá inalterada;
- o incremento da temperatura proporcionado pelo lançamento do efluente não alterará de forma significativa a temperatura global do corpo receptor; e
- o limite de 40 °C da temperatura do efluente não será ultrapassado,

Pode-se afirmar que o impacto causado pela alteração da temperatura e do regime de escoamento que ocorreriam no meio físico, somente seria representativo pela ampliação dos efeitos indiretos, causados na biota aquática marinha do Saco Piraquara de Fora.

Com relação a possíveis contaminações do corpo receptor, estes impactos seriam mínimos, tornando-se pouco significativos, devido aos vários sistemas de tratamentos de efluentes líquidos a serem instalados em Angra 3.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativa	O efeito causado pela temperatura do efluente oriundo do sistema de água de refrigeração das usinas, bem como pela turbulência causada pelo lançamento do mesmo, permanecerão concentrados na área próxima à estrutura de descarga, com pequena ampliação, restrita ainda à zona de mistura estabelecida para o local.
Magnitude	Baixa	
Significância	Baixa	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora (geração de efluentes líquidos).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia concomitantemente à operação de Angra 3.
Constância/duração	Temporária	Será restrito à fase de operação.
Abrangência	Local	Não haverá dispersão significativa.
Reversibilidade	Reversível	Será restrita à fase de operação.

### Medidas Propostas:

#### *a) Instalação de sistemas de tratamento de efluentes líquidos*

Os efluentes líquidos convencionais da usina Angra 3 deverão ser submetidos a tratamento prévio, em modelo idêntico ao atualmente praticado na usina Angra 2.

Todas as áreas da Unidade 3 da CNAAA passíveis de contaminação, deverão contar com rede de drenagem adequadamente dimensionada e com caixas de retenção de sedimentos, garantindo assim que todos estes efluentes sejam encaminhados para tratamento.

Todos os efluentes líquidos convencionais provenientes de drenagens de prédios e tanques, bem como dos transformadores elétricos, que possam conter óleos como impurezas, tanto em operação normal quanto em paradas da usina, deverão ser encaminhados para o sistema de separação de água-óleo.

Assim como em Angra 2, Angra 3 deverá contar com sistema específico de tratamento de efluentes líquidos convencionais, no qual serão tratados os efluentes líquidos de várias origens, inclusive os efluentes aquosos já livres de óleos, provenientes da estrutura de separação água-óleo. Neste sistema, os efluentes serão tratados em duas bacias de tratamento (de 608 m<sup>3</sup> de capacidade, cada uma), operadas alternadamente em ciclos diários de "recepção/acumulação de efluentes" e de "tratamento de efluentes" propriamente dito. Trata-se de um sistema basicamente destinado a remover amoníaco (NH<sub>3</sub>) e hidrazina (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) contidos nesses efluentes, que devem ser trazidos a níveis inferiores, respectivamente, a 5 ppm de Nitrogênio amoniacal (correspondentes a 6 ppm NH<sub>3</sub>) e 1 ppm N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, que são os

limites máximos permitidos para lançamento no meio ambiente. Esse mesmo sistema será também utilizado para fins de correção de pH de efluentes.

Para os efluentes sanitários, o tratamento a ser implantado, similar à ETE instalada e em operação em Angra 2, será feito pelo processo biológico de lodo ativado e aeração prolongada, com os efluentes lançados subseqüentemente em canais de drenagem que desembocarão na enseada em Itaorna. O fluxograma esquemático do sistema de tratamento (ETE) de Angra 2, similar ao de Angra 3, pode ser visto na Figura 3 (apresentada neste documento, referente à fase de implantação).

Para os rejeitos líquidos radioativos, de forma específica, Angra 3 deverá contar com sistema idêntico ao presente em Angra 2, que monitora a radioatividade continuamente por um detector e por um sistema de amostragem, permitindo que a liberação seja feita de maneira controlada. O detector monitora os efluentes líquidos liberados no mar pela água de circulação; registra os valores da radiação nos pontos de liberação e aciona o alarme quando os limites fixados são ultrapassados. O sistema coleta amostras de efluentes, para avaliação de níveis de radionuclídeos, em laboratório, para atendimento dos limites fixados pela CNEN.

#### ***b) Monitoramento da qualidade dos efluentes e dos corpos receptores***

Assim como já ocorre com a totalidade dos efluentes líquidos da CNAAA lançados ao mar, os efluentes provenientes da operação de Angra 3 deverão ser monitorados, bem como o corpo receptor: o mar de Itaorna e o Saco Piraquara de Fora.

Atualmente, a Eletronuclear monitora sistematicamente a água do mar de Itaorna e do Saco Piraquara de Fora em cinco pontos, através de análises bacteriológicas e físico-químicas dos parâmetros de interesse, monitorando, ainda, a temperatura da água do mar em Itaorna e no Saco Piraquara de Fora, em diversos pontos ao longo dos eixos de captação e lançamento, bem como através de uma malha de varredura composta por 114 pontos de medição no Saco Piraquara de Fora.

O monitoramento adequado garantirá a qualidade da água do corpo receptor e a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes. Os efluentes deverão respeitar os padrões legais em vigor (Resolução Conama nº 357/05 e NT-202. Rua10 da Feema.).

#### 10.4.1.3. Alteração da qualidade do ar

As emissões atmosféricas de efluentes gasosos convencionais de Angra 3, considerados como poluentes atmosféricos, provenientes da combustão do óleo Diesel utilizado na Caldeira Auxiliar, bem como dos motores dos grupos geradores Diesel dos Sistemas de Emergência, provocarão um aumento na concentração de carbono e enxofre na atmosfera, alterando assim a qualidade físico-química do ar.

As emissões previstas indicam que não haverá alteração significativa na qualidade do ar, mesmo considerando-se as emissões combinadas de Angra 1, 2, e 3, dado o caráter intermitente do funcionamento dos equipamentos (necessidade de testes periódicos para garantir a manutenção dos Grupos Geradores Diesel de emergência em condições de operação para garantia da segurança nuclear, e das caldeiras auxiliares de geração de vapor, utilizadas apenas durante as operações de partida das usinas). A possibilidade de operação simultânea dos equipamentos é muito baixa e de curta duração.

Considerações sobre as emissões radioativas líquidas e gasosas, como explícito anteriormente no item 10.4.1.1, pode-se afirmar que são rigorosamente tratadas e monitoradas.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativa	A alteração da qualidade do ar é considerada pouco significativa.
Magnitude	Baixa	
Significância	Baixa	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora (geração de emissões atmosféricas).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia concomitantemente à operação de Angra 3.
Constância/duração	Temporária	Será restrita à fase de operação.
Abrangência	Local	Em Itaorna, de forma pouco significativa.
Reversibilidade	Reversível	Será restrita à fase de operação.

#### Medidas propostas:

##### *a) Manutenção dos equipamentos*

A manutenção dos equipamentos responsáveis pela geração dos poluentes atmosféricos a serem emitidos, deve ocorrer de forma periódica, garantindo-se assim a

otimização da queima de combustíveis, desse modo minimizando-se as emissões de poluentes.

#### ***b) Monitoramento das fontes geradoras***

Os efluentes radioativos gasosos produzidos em Angra 3 deverão contar com o sistema presente em Angra 2, que monitora a radioatividade continuamente por um detector e por um sistema de amostragem, permitindo que a liberação seja feita de maneira controlada. O detector monitora os efluentes gasosos liberados na atmosfera pela chaminé (gases nobres, iodo radioativo, aerossóis radioativos, trício e carbono (14)) e aciona o alarme quando os limites fixados são ultrapassados. O sistema coleta amostras de efluentes, para avaliação de níveis de radionuclídeos em laboratório, para atendimento dos limites fixados pela CNEN.

### **10.4.2. Meio Biótico**

#### **10.4.2.1. Alteração do ecossistema marinho**

O início da operação de Angra 3 proporcionará um acréscimo de vazão ( $77 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e temperatura relativamente aos atuais efluentes combinados das Usinas 1 e 2. As simulações realizadas pela UERJ para o Diagnóstico Ambiental mostraram que, para a situação mais crítica, com Angra 1, 2 e 3 operando a plena carga, a região da zona de mistura sob influência da turbulência causada pelo lançamento dos efluentes poderá sofrer uma pequena ampliação que, no entanto, não alterará o regime de escoamento do efluente térmico (escoamento laminar superficial), nem provocará alterações significativas sobre a biota local.

As evidências indicam que o ecossistema marinho é afetado nas proximidades do lançamento da água de resfriamento dos condensadores, onde a temperatura da água devolvida ao corpo receptor é mais elevada e esta, aliada à turbulência gerada pelo lançamento do efluente, pode impedir a fixação e a colonização de organismos marinhos, especialmente aqueles que dependem de fluxos de marés para sua locomoção. Assim, os efeitos negativos do aumento da temperatura no ecossistema marinho estarão concentrados nas imediações do ponto de lançamento, sem comprometimento dos organismos que ocupem porções da enseada além da zona de mistura. Os programas de monitoramento realizados pela Eletronuclear não têm demonstrado variações significativas na produtividade do fitoplâncton. Tais variações, quando ocorrem, não são associadas à operação das usinas, mas sim, influenciadas pelos efeitos da sazonalidade climática.

Outros aspectos também poderiam ser observados no local de descarga do efluente, como a redução dos valores de oxigênio dissolvido (OD), o que promoveria uma seleção de organismos mais resistentes, excluindo aquelas espécies que dependam de um teor mais elevado de oxigênio, ou, mesmo, de condições térmicas mais estáveis. Essas situações

poderiam gerar uma redução da densidade e/ou da diversidade de espécies no local da emissão. Assim, as espécies termófilas do fitoplâncton poderiam ser mais privilegiadas pelo ambiente modificado. Esse comportamento, entretanto, quando detectado pelos estudos de monitoramento realizados pela Eletronuclear, estiveram relacionados às variáveis climáticas, sazonais, e não ao lançamento dos efluentes.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativa	Os efeitos causados pela temperatura do efluente oriundo do sistema de água de resfriamento dos condensadores, bem como pela turbulência causada pela velocidade de lançamento deste, permanecerão concentrados na área próxima à estrutura de lançamento, com pequena ampliação, restrita ainda à zona de mistura estabelecida para o local.
Magnitude	Média	
Significância	Média	
Forma	Indireta	Efeito de impacto ambiental: (alteração da qualidade das águas - temperatura)
Prazo de ocorrência	Imediato	Inicia concomitantemente à operação de Angra 3.
Constância/duração	Temporária	Será restrita à fase de operação.
Abrangência	Local	Ocorrerá no Saco Piraquara de Fora, próximo à estrutura de lançamento do efluente.
Reversibilidade	Reversível	Todo o equilíbrio do sistema poderá ser naturalmente restaurado se o lançamento dos efluentes cessar.

### Medidas Propostas:

#### *a) Monitoramento de qualidade dos efluentes e dos corpos receptores*

Assim como ocorre com a totalidade dos efluentes líquidos da CNAAA lançados ao mar, os efluentes provenientes da operação de Angra 3 deverão ser monitorados, bem como o corpo receptor do mar do Saco Piraquara de Fora, com ênfase no monitoramento da temperatura e cloro residual.

Atualmente, a Eletronuclear monitora sistematicamente a água do mar em Itaorna e no Saco Piraquara de Fora em cinco pontos, através de análises bacteriológicas e físico-químicas dos parâmetros de interesse. Também é realizado o monitoramento da temperatura da água do mar em diversos pontos ao longo dos eixos de captação e lançamento de água do mar, bem como através de uma malha de varredura composta por 114 pontos de medição na supracitada área de lançamento. O monitoramento adequado garantirá a qualidade da água do corpo

receptor e a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes. Os efluentes deverão respeitar os padrões legais em vigor.

### ***b) Monitoramento da Fauna e Flora Marinha***

A Eletronuclear deverá dar continuidade ao Programa de Monitoramento da Fauna e Flora Marinha (PMFFM), em função da operação da Unidade 3 da CNAAA, nas áreas de plâncton, bentos, necton e parâmetros físico-químicos da água do mar.

#### 10.4.2.2. Variação da diversidade e abundância das comunidades aquáticas marinhas

O aumento do fluxo na área imediatamente próxima à estrutura de lançamento do efluente térmico pode alterar o regime de transporte de sedimentos e afetar as comunidades bentônicas de fundo, podendo alterar a diversidade e a distribuição dessas comunidades. O lançamento do efluente pode, ainda, interferir no assentamento de larvas de organismos incrustantes.

Como consequência da operação contínua das três usinas, haverá predominância da colonização por espécies marinhas mais resistentes ao estresse térmico em relação àquelas mais susceptíveis à variação de temperatura.

#### **Quali-quantificação:**

<b>Atributo</b>	<b>Valoração / classificação</b>	<b>Observação</b>
Natureza	Negativa	Ocorre o risco de diminuição na densidade populacional de algumas espécies ou extinção local de populações no Saco Piraquara de Fora.
Magnitude	Média	
Significância	Baixa	
Forma	Indireta	Efeito de impacto ambiental (alteração do ecossistema marinho).
Prazo de ocorrência	Imediato	Iniciar-se-ia concomitantemente à operação de Angra 3.
Constância/duração	Temporária	Será restrita à fase de operação.
Abrangência	Local	Ocorrerá no Saco Piraquara de Fora.
Reversibilidade	Reversível	As espécies marinhas mais sensíveis à temperatura poderão retornar, caso o lançamento de água de circulação cesse.

## **Medidas Propostas:**

### ***a) Monitoramento de qualidade dos efluentes e dos corpos receptores***

Assim como ocorre com a totalidade dos efluentes líquidos da CNAAA lançados ao mar, os efluentes provenientes da operação de Angra 3 deverão ser monitorados, bem como o corpo receptor do mar do Saco Piraquara de Fora, com ênfase no monitoramento da temperatura e cloro residual.

Atualmente, a Eletronuclear monitora sistematicamente a água do mar de Itaorna e do Saco Piraquara de Fora, através de análises bacteriológicas e físico-químicas dos parâmetros de interesse.

O monitoramento adequado garantirá a qualidade da água do corpo receptor e a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes. Os efluentes deverão respeitar os padrões legais em vigor (NT-202. Rua 10 da Feema e Resolução Conama Nº 357/05).

### ***b) Monitoramento da Fauna e Flora Marinha***

A Eletronuclear deverá dar continuidade ao Programa de Monitoramento da Fauna e Flora Marinha (PMFFM), em função da operação da Unidade 3 da CNAAA, nas áreas de plâncton, bentos, necton e parâmetros físico-químicos da água do mar.

## **10.4.3. Meio Socioeconômico**

### **10.4.3.1. Considerações sobre exposição das pessoas (trabalhadores e indivíduos públicos) à radiação**

Cabe ressaltar que, conforme demonstrado no "Volume 1 - Caracterização do Empreendimento", as emissões gasosas e líquidas radioativas não serão significativas, inclusive considerando-se a operação das três unidades da CNAAA concomitantemente. A quantidade total de lançamentos previstos não pode prejudicar a saúde humana nem o meio ambiente, e encontra-se em níveis bastante inferiores aos permitidos pela legislação pertinente (CNEN). Portanto, tecnicamente, não há como considerar tais efeitos como impactos ambientais. Adicionalmente, como mencionado no item 10.3.3 para a fase de construção do empreendimento, o Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional, implantado no local da CNAAA em 1980, para o acompanhamento dos níveis de radiação devido ao início de operação de Angra 1- a partir da qual passaram a ser emitidos anualmente à CNEN os Relatórios dos Resultados obtidos das várias matrizes ambientais - apresenta em seu Relatório Anual de 2003 as seguintes conclusões: “ nas amostras que compõem o programa, os resultados obtidos em 2003 estão compatíveis com os do período pré-

operacional, podendo-se concluir que não houve impacto radiológico no meio ambiente provocado pela operação das usinas Angra 1 e Angra 2. Todos os resultados obtidos são compatíveis com os valores históricos, obtidos desde o período pré-operacional”.

#### 10.4.3.2. Confiabilidade do setor elétrico

Cabe considerar os benefícios econômicos, tecnológicos e sociais para a macrorregião Sudeste, advindos da ampliação e melhoria da confiabilidade da oferta de energia elétrica.

A entrada em operação de Angra 3 resultará na disponibilidade imediata de cerca de 10,8 mil GWh/ano de energia elétrica na área Rio, a um custo compatível com o custo marginal de expansão do sistema elétrico interligado. Em um contexto mais amplo, proporcionará uma ampliação da oferta de energia elétrica nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, reduzindo os riscos de déficit, principalmente nos períodos hidrológicos secos, além de agregar um aumento significativo à base técnica do sistema elétrico interligado, atendendo a política de diversificação da matriz energética nacional e aumentando a confiabilidade operacional do sistema elétrico nacional.

O consumo de energia elétrica tem apresentado taxas de crescimento maiores que as do PIB, o que pode ser associado à modernização dos setores econômicos, ao crescimento populacional e à expansão do setor informal da economia. A partir de 1998, tornou-se evidente que o país, por causa desse crescimento, corria o risco de sofrer racionamentos de energia, o que de fato ocorreu em 2001. Se a demanda continuar crescendo sem que a geração seja aumentada, novos racionamentos e até blecautes poderão ocorrer.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Positiva	O aumento da confiabilidade do sistema elétrico brasileiro representaria a garantia do crescimento econômico, bem-estar da população e atrairia novos investimentos externos e internos ao país.
Magnitude	Alta	
Significância	Alta	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora (geração de energia elétrica).
Prazo de ocorrência	Imediato	Ocorrerá concomitantemente ao início da fase de operação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Ocorreria durante o período de operação, que seria de no mínimo 40 anos.
Abrangência	Estratégica	Estende-se a níveis estadual e federal.
Reversibilidade	Reversível	Ocorreria durante o período de operação, que seria de no mínimo 40 anos.

#### 10.4.3.3. Auto-suficiência de energia elétrica do Estado do Rio de Janeiro

Deve-se considerar a redução da dependência do estado do Rio de Janeiro do suprimento externo de energia, quando do início da operação de Angra 3.

O Estado do Rio de Janeiro, segundo da federação na formação do PIB brasileiro, necessita de um sistema elétrico consistente e confiável, condição essencial para a manutenção e a expansão de seu parque industrial e de suas demais atividades. Entretanto, ao contrário do que acontece com a energia primária, em que o estado é o maior exportador nacional em função da extração de petróleo e gás natural, o Rio de Janeiro é um importador de energia elétrica. Até o ano de 1999, a energia elétrica gerada pelas concessionárias no Estado era inferior a 50% da demanda. O cenário mudou a partir de 2000, com um salto na geração. O início da operação da usina Angra 2 ocorreu em 14 de julho de 2000, contribuindo visivelmente para este crescimento. No ano de 2002 a energia gerada no Estado já representava aproximadamente 85% da demanda requerida.

O Estado do Rio de Janeiro ainda é sensível às decisões sobre investimentos no setor elétrico a serem realizados fora de suas divisas. O Estado situa-se em ponta-de-linha e fica, assim, extremamente vulnerável a contingências operacionais ocorrentes no sistema elétrico interligado Sul/Sudeste/Centro-Oeste. São conhecidas as dificuldades enfrentadas pelo Rio de Janeiro devido a problemas recentes de queda e de desligamento de linhas de transmissão de energia elétrica.

A entrada em operação do empreendimento proposto fortaleceria a "auto-suficiência" energética do Estado do Rio de Janeiro, com a energia produzida no Estado ultrapassando os 100% da demanda requerida.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Positiva	A auto-suficiência energética garantiria o crescimento econômico, bem-estar da população e atrairia novos investimentos para o estado.
Magnitude	Média	
Significância	Alta	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora (geração de energia elétrica).
Prazo de ocorrência	Imediato	Ocorrerá com o início da fase de operação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Ocorreria durante o período de operação, que seria de no mínimo 40 anos.

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Abrangência	Estratégica	Estende-se ao nível estadual e, indiretamente, ao nível federal.
Reversibilidade	Reversível	Ocorreria durante o período de operação, que seria de no mínimo 40 anos.

#### 10.4.3.4. Variação da arrecadação tributária

Cabe aqui enfatizar que a operação de Angra 3, em conjunto com as outras duas unidades já instaladas e em operação da CNAAA (Angra 1 e 2), implicaria em ganhos fiscais globais – para a União, os Estados e os Municípios - extremamente significativos.

De forma direta, a operação de Angra 3 estimularia um aumento nos valores de recolhimentos de impostos como o ISS (Imposto Sobre Serviços) por empresas contratadas, do ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias), recolhido sobre a compra de mercadorias e serviços no Estado e IPI (Impostos sobre Produtos Industrializados), devido à aquisição de produtos industrializados. Deve-se considerar também o valor do IPTU (Imposto Territorial Urbano) das vilas residenciais da Eletronuclear, recolhido diretamente para as prefeituras de Angra dos Reis e Parati.

A operação de Angra 3 acarretaria contratação de novos trabalhadores. Este cenário indicaria um crescimento na massa salarial da região e refletir-se-ia em gastos com o consumo de bens e serviços locais, potencializando, principalmente, a expansão no setor terciário.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Positiva	Aumento das receitas federais, estaduais e municipais através do incremento nas arrecadações de impostos.
Magnitude	Alta	
Significância	Alta	
Forma	Direta	Efeito direto de atividades transformadoras: (contratação de trabalhadores para a operação do empreendimento e geração de energia elétrica).
Prazo de ocorrência	Imediato	Ocorrerá concomitantemente ao início da fase de operação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Ocorreria durante o período de operação, que seria de no mínimo 40 anos.

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Abrangência	Estratégica	O incremento das receitas, apesar de mais significativo a nível municipal, estender-se-ia ao nível federal.
Reversibilidade	Reversível	Ocorreria durante o período de operação, que seria de no mínimo 40 anos.

### Medidas Propostas:

#### *a) Comunicação Social*

Manter as informações econômicas (tributárias, convênios, arrecadações) da Eletronuclear, de forma transparente e explícita ao público. Tais informações atualmente encontram-se disponíveis na Internet ([www.eletronuclear.gov.br](http://www.eletronuclear.gov.br)).

OBS: Esta medida configura-se apenas como de caráter informativo, portanto não potencializando o impacto.

#### 10.4.3.5. Variação da massa salarial

Os cerca de 770 empregos diretos previstos a serem gerados pela operação do empreendimento proposto, proporcionariam o surgimento de inúmeros empregos indiretos.

Cabe ressaltar que o contingente para a operação da usina será necessário por toda sua vida útil, que será de, no mínimo, 40 anos, sendo que se trata, em sua maioria, de mão-de-obra especializada, fator este que se refletirá em maiores salários.

Este novo contingente de assalariados iria provocar um aumento da massa salarial na região. Conseqüentemente, haveria uma melhoria no poder de compra dos trabalhadores. Tal tendência levaria ao dispêndio de parte desta massa salarial na aquisição de bens e serviços locais, ampliando a dinâmica dos setores econômicos da área de influência.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Positiva	O aumento da massa salarial levaria a criação de empregos indiretos e “aqueceria” a economia (principalmente os
Magnitude	Média	

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Significância	Alta	setores de serviço e comércio) da região.
Forma	Direta	Efeito direto de atividades transformadoras: (contratação de trabalhadores para a operação do empreendimento).
Prazo de ocorrência	Imediato	Ocorrerá com o início da fase de operação do empreendimento.
Constância/duração	Temporária	Ocorrerá durante o período de operação, que seria de no mínimo 40 anos.
Abrangência	Regional	Por se tratar de mão-de-obra especializada, a proveniência seria de outros municípios do Rio de Janeiro e até de outros Estados.
Reversibilidade	Reversível	Esta nova massa de empregados, com bons salários, permaneceria estável ao longo do período de operação, estimado em pelo menos 40 anos. Entretanto, após o descomissionamento, essa massa seria reduzida, podendo até mesmo retornar, em equivalência, aos valores pré-existentes.

### **Medidas Propostas:**

#### ***a) Priorização da contratação da mão-de-obra local***

Esta priorização implicaria na minimização de movimentos migratórios para a operação de Angra 3. Esta medida também minimizaria o impacto da desmobilização da mão-de-obra para a construção.

#### 10.4.3.6. Variação do dinamismo econômico

A área de influência teria elementos favoráveis a um aquecimento dos investimentos e das atividades dos diferentes setores econômicos da região. Esse aquecimento poderia ser ainda mais fomentado, caso venham a ocorrer aquisições de bens e contratações de serviços locais, diretamente pelo empreendimento em sua fase de operação.

O cenário local adicionado da operação de Angra 3, envolveria um significativo aumento da massa salarial na região, da arrecadação tributária e da presença de um número significativo de novas pessoas. O setor terciário seria o pilar do vetor do dinamismo econômico, podendo-se prever um significativo aumento nos setores de comércio e serviços. O setor secundário responderia com incrementos, provavelmente menos expressivos que os demais setores, assim como poderá ocorrer também na fase de implantação do empreendimento.

Com a implantação de Angra 3, novas oportunidades surgiriam na empregabilidade da região como um todo. A partir da massa salarial dos novos empregos que seriam gerados pelo empreendimento, da contratação de serviços junto a fornecedores locais e das compras de bens e serviços, haveria uma geração e aumento de renda para a região da área de influência direta como um todo. Em consequência deste processo na região de influência de Angra 3, novos processos econômicos poderiam vir a existir em outros municípios da região. De qualquer maneira, o empreendimento permitiria vantagens atrativas para outros empreendimentos posteriores.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Positiva	Benefícios diretos para o aquecimento dos setores terciário (com maior intensidade), secundário e primário.
Magnitude	Alta	
Significância	Alta	
Forma	Direta	Efeito direto de atividades transformadoras: (contratação de trabalhadores para a operação do empreendimento e geração de energia).
Prazo de ocorrência	Imediato	Ocorrerá concomitantemente ao início da fase de operação do empreendimento, de forma contínua ao dinamismo econômico que seria proporcionado pela implantação de Angra 3.
Constância/duração	Temporária	Ocorreria durante o período de operação, que seria de no mínimo 40 anos.
Abrangência	Estratégica	Apesar de ter reflexos mais significativos na economia local (principalmente Angra dos Reis), é considerado estratégico por causa do incremento provocado pelas receitas tributárias, alcançando os níveis estadual e federal.
Reversibilidade	Reversível	A tendência seria de que o dinamismo da economia sofresse uma redução após a suspensão da operação do empreendimento proposto.

### Medidas Propostas:

#### a) Comunicação Social

- A Eletronuclear manterá os empresários, comerciantes e a população informada sobre as possibilidades de negócios e necessidades para o empreendimento, através do Programa Anual de Comunicação da empresa;

- A Eletronuclear promoverá cursos, palestras e seminários, junto à sociedade, sobre capacitação empresarial e pessoal;
- A Eletronuclear incentivará a criação de cursos profissionalizantes, conforme as necessidades de mão-de-obra necessárias à operação do empreendimento.

#### 10.4.3.7. Aumento da pressão nos serviços de gerenciamento de rejeitos radioativos

Os rejeitos sólidos radioativos que seriam produzidos na Unidade 3 da CNAAA necessitarão de um processo de gerenciamento, inclusive após a sua disposição final, que acarretará na necessidade de ocupação de espaço físico (repositório final), recursos humanos e financeiros. É importante frisar, que a partir do encaminhamento dos rejeitos radioativos para o depósito final, o gerenciamento fica a cargo da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.

O repositório final, ou depósito final, até o presente momento não foi construído. O projeto encontra-se em fase de definição do local para a sua instalação.

A Eletronuclear é responsável pelo gerenciamento dos rejeitos no âmbito da CNAAA, até o encaminhamento dos mesmos para o depósito final. Abaixo, estão apresentados, de forma sintética, os principais processos de gerenciamento dos rejeitos radioativos previstos:

- Os combustíveis nucleares:
  - após sua utilização, ficam dispostos em uma “piscina de combustível”, localizada dentro do envoltório de contenção do reator, com água borada (níveis controlados) para impedir o estabelecimento de reação em cadeia. A piscina de Angra 3, assim como a de Angra 2, terá capacidade para armazenar 1084 elementos combustíveis, correspondentes a 15 ciclos completos de operação e a uma autonomia de cerca de 20 anos.
- Os demais rejeitos radioativos a serem produzidos em Angra 3, além dos elementos combustíveis, considerados de médio e baixo níveis de radioatividade:
  - obedecerão aos procedimentos já implementados e atualmente em utilização nas outras Unidades da CNAAA. Todos os rejeitos

radioativos são monitorados, sinalizados, segregados e encapsulados em tambores de aço de 200 litros.

- Antes do encapsulamento, os sólidos contaminados e não compactáveis passarão por rigorosos processos de descontaminação, que visam a redução do volume de rejeito radioativo gerado.
- Após o encapsulamento e contabilização, os embalados produzidos serão transferidos para o depósito inicial, localizado em área controlada interna à usina, assim como o é em Angra 2. Em Angra 1, os embalados são transferidos para o DIRR (Depósito Intermediário de Rejeitos Radioativos), localizado em área interna à CNAAA.
- No depósito inicial, os embalados são sinalizados e, durante toda a sua permanência, monitorados.

#### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Os rejeitos sólidos radioativos necessitarão de um processo de gerenciamento, inclusive após sua disposição final, que acarretará em ocupação de espaço físico (repositório final) e de recursos humanos e financeiros.
Magnitude	Baixa	
Significância	Baixa	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora (produção de rejeitos sólidos radioativos).
Prazo de ocorrência	Imediato	Ocorre concomitantemente ao início da fase de operação de Angra 3.
Constância/duração	Permanente	Considerando-se que o gerenciamento dos rejeitos se estender-se-ia por vários anos após o descomissionamento da unidade.
Abrangência	Regional	Considerando-se que ainda não está definido o local para a implantação do repositório final de rejeitos radioativos.
Reversibilidade	Irreversível	Considerando-se que o gerenciamento dos rejeitos se estender-se-ia por vários anos após o descomissionamento da unidade.

## Medidas Propostas:

### *a) Gerenciamento dos rejeitos radioativos*

A Eletronuclear dará continuidade ao programa de gerenciamento de rejeitos sólidos radioativos da CNAEA e, se necessário, executará atualizações e/ou adequações inerentes ao incremento nas quantidades produzidas resultantes da operação de Angra 3.

OBS: O gerenciamento dos rejeitos sólidos radioativos, após seu encaminhamento ao repositório final, é de responsabilidade da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.

### *b) Campanhas de comunicação social*

A Eletronuclear executará, de forma periódica, campanhas de comunicação social junto à população, explicitando os conceitos e os métodos de gerenciamento utilizados.

#### 10.4.3.8. Desenvolvimento tecnológico

Os trabalhadores contratados para as diversas atividades da operação de Angra 3, serão submetidos a treinamentos, retreinamentos, conhecimento de equipamentos, novas tecnologias, inclusive com cursos de aperfeiçoamento e trocas de experiência em outros países. O contingente a ser contratado pela Eletronuclear será treinado em práticas de preservação do meio ambiente, trabalho em equipe, saúde e segurança. Ressalte-se que tais práticas e experiências são consideradas como extremamente valiosas aos olhos do mercado de trabalho.

A fixação no Estado do Rio de Janeiro de tecnologia de ponta, também deve ser considerada, pois contribui para o aumento da competitividade do Estado do Rio na atração de novos empreendimentos.

### **Quali-quantificação:**

<b>Atributo</b>	<b>Valoração / classificação</b>	<b>Observação</b>
Natureza	Positiva	Todos os trabalhadores e/ou empresas contratadas para a operação de Angra 3 sofrerão um incremento significativo de experiência e conhecimento, que são elementos considerados como valiosos pelo mercado de trabalho.
Magnitude	Alta	
Significância	Média	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora: (contratação de

Atributo	Valoração / classificação	Observação
		trabalhadores para a operação do empreendimento).
Prazo de ocorrência	Imediato	Ocorrerá com o início da fase de operação de Angra 3.
Constância/duração	Permanente	O período de aprendizado inicia-se na fase de implantação, sendo constante na fase de operação de Angra 3; e, por tratar-se de conhecimento humano e desenvolvimento pessoal, o impacto é considerado permanente.
Abrangência	Estratégica	Os trabalhadores a serem contratados, considerados em sua maioria como mão-de-obra especializada, deverão provir de diversos locais do Brasil.
Reversibilidade	Irreversível	A capacitação, treinamento e aquisição de conhecimentos pelos trabalhadores é inevitável e necessária à operação do empreendimento.

### Medidas Propostas:

#### *a) Intensificação dos programas de treinamento e capacitação dos trabalhadores*

Este impacto positivo deve ser maximizado através da intensificação dos treinamentos.

#### 10.4.3.9. Aumento da pressão nos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos (não radioativos)

A operação de Angra 3 incidirá num incremento significativo na produção de resíduos sólidos da CNAEA. Dessa maneira, requererá mais eficiência e recursos para o gerenciamento adequado, bem como de mais área para disposição final. Portanto, considerar-se-ia como gerenciamento de resíduos: a separação (no gerador de resíduos), coleta, transporte e deposição final em local adequado, como, também, se for o caso, do encaminhamento dos resíduos para reciclagem e/ou reaproveitamento.

Deficiências no gerenciamento dos resíduos poderiam causar problemas de saneamento básico e conseqüentes danos à saúde humana. A disposição irregular, em locais inadequados, como margens de cursos d'água, áreas de mangue ou encostas, não serão realizados pela empresa, mas são características de áreas urbanas que sofrem expansão como é o esperado para a região, durante a fase de instalação do empreendimento.

Os principais “custos” ambientais gerados pela deficiência no gerenciamento dos resíduos são:

- Depósitos de entulhos e resíduos se tornam eventualmente abrigo de vetores transmissores de doenças (ratos, baratas, moscas e mosquitos) e de animais peçonhentos (cobras, aranhas e escorpiões);
- Resíduos dispostos nas vias públicas e córregos afetam a drenagem e a estabilidade das encostas;
- Degradação da paisagem urbana;
- Desperdício de recursos naturais não-renováveis;
- Redução da vida útil dos locais adequados para deposição dos resíduos não-recicláveis (aterros sanitários).

Atualmente, os resíduos sólidos derivados da operação da CNAAA são comercializados, se ainda possuírem valor comercial residual como nos casos de sucatas (ferrosas, não-ferrosas e metálicas de modo geral), que são vendidas para reprocessamento, dos óleos e lubrificantes, vendidos para posterior refino, ou encaminhados para tratamentos/destinações específicas, de acordo com cada tipo de resíduo (reciclagem, reprocessamento, incineração, etc.), através de contratações de serviço específicas. Na Tabela 1 estão apresentadas as quantidades anuais (em toneladas) comercializadas de resíduos sólidos no período de 2000 e 2003.

Tabela 1 - CNAAA – Destino dado aos Resíduos Sólidos gerados no período de operação de 2000 a 2003

Destino	Quantidade (t)			
	2000	2001	2002	2003
Reciclagem/reprocessamento/reutilização	108,71	14,77	86,11	138,33
Co-processamento/incineração	2,63	-	25,73	152,27

Fonte: Eletronuclear

Resíduos que possam ser categorizados como “lixo comum” são encaminhados/ enviados definitivamente para o Aterro Sanitário do Ariró, localizado no município de Angra dos Reis, atualmente.

A área de Meio Ambiente e Segurança do Trabalho é responsável pelo Inventário de Resíduos, para envio à Feema, no qual são indicados os números dos Manifestos, datas de emissão, identificações de resíduos, origens, estados físicos, classes, formas de

acondicionamento, procedências, quantidades, transportadores, receptores, tratamentos e disposições, entre outras informações.

Todos os resíduos sólidos não radioativos provenientes das áreas restritas são monitorados quanto à contaminação radioativa.

### Quali-quantificação:

Atributo	Valoração / classificação	Observação
Natureza	Negativo	Redução da vida útil dos aterros, no caso de disposição correta, e variados danos ambientais no caso da deficiência nos serviços de gerenciamento.
Magnitude	Média	
Significância	Baixa	
Forma	Direta	Efeito direto de atividade transformadora (produção de resíduos sólidos).
Prazo de ocorrência	Imediato	Ocorre concomitantemente ao início da fase de operação de Angra 3.
Constância/duração	Temporária	Será restrita à fase de operação.
Abrangência	Regional	A disposição final dos resíduos não comercializados, reaproveitados ou encaminhados para reciclagem ocorrerá em locais adequados para disposição dos resíduos não-recicláveis.
Reversibilidade	Reversível	Após o final da fase de operação do empreendimento a geração de resíduos será reduzida, gradativamente, aos níveis pré-existentes.

### Medidas Propostas:

#### *a) Continuidade do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da CNAAA*

Deverá ser dada continuidade às diretrizes já estabelecidas e praticadas na CNAAA, através do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, que utiliza, para destinação a ser dada aos resíduos industriais, o Sistema de Manifesto de Resíduos Industriais, que consiste do conhecimento e da destinação a ser dada pelo gerador, pelo transportador e pelo receptor desses resíduos, através de formulário próprio da Feema, denominado “Manifesto de Resíduos”.

Atualmente, os resíduos sólidos derivados da operação da CNAAA são comercializados, se ainda possuírem valor comercial residual como nos casos de sucatas

ferrosa, não-ferrosa, metálica de modo geral, (vendidas para reprocessamento), dos óleos e lubrificantes (vendidos para posterior refino), ou encaminhados para tratamentos/destinações específicas, de acordo com cada tipo de resíduo (reciclagem, reprocessamento, incineração, etc.), através de contratações de serviço específicos.

### ***b) Comunicação Social***

A Eletronuclear promoverá campanhas com os trabalhadores e com as comunidades visando esclarecimento sobre resíduos sólidos, a sua problemática e suas implicações na qualidade de vida urbana.

### ***c) Educação Ambiental***

Deverão ser realizadas atividades de Educação Ambiental com os trabalhadores e a população local, com temas que abordem ações relativas aos resíduos sólidos, possibilitando a realização de práticas ambientais sustentáveis, como por exemplo, a geração de renda a partir da reutilização e reciclagem de resíduos sólidos.

## **10.5. MATRIZ QUALI-QUANTITATIVA**

### **10.5.1. Fase de implantação**

As matrizes quali-quantitativas, que permitem visualizar de forma sintética e sistemática os impactos ambientais identificados e analisados para a fase de implantação de Angra 3 serão mostradas a seguir.



## **Inserir matrizes da AIA – implantação**

### **10.5.2. Fase de operação**

As matrizes quali-quantitativas que permitem visualizar, de forma sintética e sistemática, os impactos ambientais identificados e analisados para a fase de operação da Unidade 3 da CNAAA são mostradas a seguir.



## **Inserir matrizes da AIA – operação**

## 10.6. CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESCOMISSIONAMENTO

O processo de descomissionamento das usinas nucleoeletricas é regulado no âmbito do licenciamento nuclear e a análise sobre o final de sua vida econômica tem sido uma questão permanente para as empresas proprietárias dessas usinas. No caso das usinas nucleares brasileiras, desde a entrada em operação de Angra 1, a questão tem sido tratada com o cuidado necessário, acompanhando-se o desenvolvimento do assunto ao redor do mundo.

A CNEN, no item 8.10 de sua norma NE-1.04 – “Licenciamento de Instalações Nucleares”, estabelece que a organização operadora deverá encaminhar requerimento demonstrando que a desmontagem da instalação e a disposição de suas partes será realizada de forma segura, de acordo com as normas específicas a serem estabelecidas pela CNEN e que não acarretarão prejuízos à saúde e à segurança da população do entorno, do trabalhador e do meio ambiente.

Quanto ao método escolhido para realizar o descomissionamento, não há uma tendência mundial no sentido da seleção de uma determinada e única estratégia, já que cada país tem suas particularidades, muitas delas tipicamente locais. Os principais métodos atualmente considerados são:

1. Confinamento provisório;
2. Desmantelamento parcial;
3. Desmantelamento total;
4. Confinamento provisório seguido de desmantelamento parcial;
5. Confinamento provisório seguido de desmantelamento total;
6. Conversão de uma usina nuclear em um depósito para armazenamento de rejeitos radioativos.

Dependendo das particularidades associadas à própria usina, várias soluções distintas das apresentadas poderão vir a ser utilizadas. Contudo, a nova solução será muito provavelmente uma combinação das alternativas citadas. Com exceção das alternativas 3 e 5, as demais soluções são provisórias. Espera-se, contudo, que, com o decorrer do tempo, todas as alternativas levem ao desmantelamento total da usina, variando somente a cronologia do desmantelamento.

A CNEN desenvolve estudos sobre a regulamentação do assunto, incluindo escolha dos locais para depósito de rejeitos, responsabilidade dos órgãos oficiais envolvidos, bem como das demais interfaces envolvidas (meio ambiente, segurança, proteção radiológica, etc.).

### 10.6.1. Impactos previstos

Os principais impactos adversos possíveis para as atividades de descomissionamento seriam:

- o final da operação de Angra 3 acarretaria um decréscimo de 10,8 GW/ano na disponibilidade de energia elétrica;
- a diminuição de postos de trabalhos e arrecadação de tributos;
- a pressão sobre os serviços de gerenciamento de rejeitos radioativos (espaço para disposição final);
- a exposição à radiação dos trabalhadores envolvidos.

A dose de radiação ocupacional considerada para o descomissionamento, com desmontagem e retirada do material radioativo, é estimada em até um total de 12 homem-Sieverts para a desmontagem imediata. Entretanto, se a desmontagem ocorrer 30 anos mais tarde, a dose total ficará reduzida em 60% (PASQUALETTI e PIJAWKA, 1984); após 60 anos, ela decresce de um fator de mais de 100.

Os impactos ambientais efetivos do descomissionamento dependerão, no entanto, em grande parte, do sucesso dos processos de engenharia utilizados na retirada do material radioativo da CNAAA. Poderão ocorrer pequenos impactos sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos, bem como na qualidade do ar.

O descomissionamento produziria rejeitos sólidos radioativos, que seriam transportados para o repositório final. Tais rejeitos incluiriam materiais ativados por nêutrons – basicamente o vaso de pressão do reator e suas partes internas – e equipamentos e tubulações contaminados, abrangendo concentrados líquidos solidificados, combustíveis usados e outros rejeitos secos.

Os impactos variam, portanto, com a opção de descomissionamento escolhida, embora eventualmente a desmontagem venha a ocorrer em todos os casos.

Os níveis de radiação podem variar de usina a usina devido a variações no projeto, construção e operação de cada uma delas, o que vai influir na dose operacional.

O impacto causado sobre a paisagem cênica vai depender do método de descomissionamento escolhido. A opção pela não desmontagem resultará na retenção de uma usina nuclear sem benefício para o público. Por outro lado, a desmontagem provavelmente irá melhorar a paisagem cênica da região, dependendo do subsequente uso da terra que lhe for dado.

Os impactos sócio-econômicos vão depender do uso do solo após o descomissionamento, embora normalmente, a perda de empregos e de impostos recolhidos possam gerar um efeito considerável na área em questão, exigindo atenção dos setores governamentais competentes.

A desmontagem de uma usina nuclear libera o sítio para uso irrestrito após cerca de 10 anos (IAEA – TECDOC 714). A restauração ecológica da área seria uma das opções. Entretanto, a experiência acumulada neste assunto é muito restrita, pois os processos de descomissionamento de instalações nucleares são relativamente recentes.

Pode-se concluir, afirmando-se que os eventuais impactos ambientais adversos, ligados ao descomissionamento, serão compensados pelos efeitos benéficos da operação, que normalmente implica a devolução da área para usos sociais.

#### **10.7. CONSIDERAÇÕES SOBRE SEGURANÇA E RISCO DE ACIDENTES NUCLEARES**

O Termo de Referência ELPN/Ibama N° 017/99, que norteia este EIA, indica em seu item II.7 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais, sub-item “B” a consideração de acidentes (histórico em empreendimentos semelhantes, probabilidades, etc.).

Tais considerações específicas estão apresentadas no Volume 6 deste EIA, intitulado “Análise e Gerenciamento de Risco e Plano de Ação de Emergência”.

#### **10.8. IMPACTO RADIOLÓGICO**

O impacto radiológico decorrente da operação de uma usina nuclear se traduz na dose de radiação causada, no ser humano, pela emissão de efluentes radioativos para o meio ambiente. Neste caso, o impacto radiológico decorre exclusivamente da aplicação de processos de cálculo e dos resultados conservativos obtidos, que tem por objetivo controlar a liberação dos efluentes radioativos líquidos e gasosos das usinas, antes da sua liberação para o meio ambiente. O impacto radiológico efetivo é conhecido quando da avaliação dos resultados do Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional, como demonstrado na seção 10.4.3.1, que afirma: “nas amostras que compõem o programa, os resultados obtidos em 2003 estão compatíveis com os do período pré-operacional, podendo-se concluir que não houve impacto radiológico no meio ambiente provocado pela operação das usinas Angra 1 e Angra 2. Todos os resultados obtidos estão compatíveis com os valores históricos, obtidos desde o período pré-operacional”.

O impacto radiológico, de forma geral, depende essencialmente dos três fatores principais listados abaixo, os quais serão discutidos em seguida.

- Quantidade e tipo de material emitido (Termo Fonte)
- Transporte e dispersão do material no meio ambiente (Transporte)
- Modo de exposição ao material liberado (Vias de Exposição)

### **Termo Fonte**

A maneira mais eficiente e confiável de se minimizar os impactos radiológicos é o controle sobre a fonte. Este controle é exercido em vários níveis com a finalidade de impedir a liberação do material radioativo para o meio ambiente.

No nível administrativo, um sistema de garantia da qualidade é estabelecido, para assegurar a qualidade global do empreendimento, abrangendo as fases de planejamento, projeto, construção, fabricação de componentes, montagem, testes e operação. Este sistema é concebido de tal forma a permitir a detecção de quaisquer desvios de especificações ou procedimentos, possibilitando, assim, que ações corretivas sejam tomadas durante qualquer uma das fases acima mencionadas.

A liberação de efluentes radioativos de uma usina nuclear durante sua operação normal é muito pequena. Apesar disto, as quantidades liberadas são rigorosamente medidas e devidamente documentadas. Um levantamento realizado em usinas alemãs com reatores a água pressurizada, abrangendo 77 reatores por ano de operação (SKAFI, 1984), resultou nos valores médios de liberação mostrados, a título de ilustração, na Tabela 2 abaixo.

No Volume 1 deste EIA são mostradas liberações anuais reais de substâncias radioativas de Angra 1 e Angra 2. Como pode ser visto as quantidades liberadas são muito pequenas.

Para efeitos de licenciamento, antes da entrada em operação, costuma-se estimar os impactos radiológicos da usina a partir de valores propostos de liberação que, por um lado, sejam bastante conservativos, mas que também resultem em doses que se situem abaixo dos limites estabelecidos pelas autoridades competentes. Os valores anuais de liberação mostrados na Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5 abaixo foram obtidos dos Relatórios de Análise de Segurança das três usinas e serão utilizados mais adiante neste estudo para estimar os impactos resultantes de sua operação.

Tabela 2 - Liberação Anual Média de Efluentes Radioativos de Usinas Alemãs com Reatores a Água Pressurizada (Bq/ano).

Liberação	Substâncias	Atividade
Atmosfera	Gases Nobres	$7,5 \times 10^{12}$
	Aerossóis	$1,9 \times 10^8$
	Iodo 131	$2,6 \times 10^7$
Meio Aquático	Trício	$1,2 \times 10^{13}$
	Outros	$2,2 \times 10^9$

Tabela 3 - Liberações de Iodo e Aerossóis para a Atmosfera (Bq/a).

	Angra 1	Angra 2	Angra 3
CO58	-	4,63E+09	4,63E+09
CO60	-	6,48E+09	6,48E+09
CS134	-	1,85E+09	1,85E+09
CS137	-	4,63E+09	4,63E+09
CE144	-	7,40E+08	7,40E+08
SR90	-	1,85E+08	1,85E+08
PU239	-	1,85E+06	1,85E+06
PU240	-	1,85E+06	1,85E+06
I131	7,00E+08	9,25E+09	9,25E+09
I132	2,00E+08	-	-
I133	1,10E+09	9,25E+09	9,25E+09
I134	1,26E+08	-	-
I135	5,85E+08	-	-

Tabela 4 - Liberações para o Mar (Bq/a)

	Angra 1	Angra 2	Angra 3
CO58	1,03E+08	7,03E+10	7,03E+10
CO60	2,83E+07	7,40E+10	7,40E+10
SR90	-	3,70E+09	3,70E+09
MO99	7,66E+07	-	-
I131	8,10E+07	3,70E+10	3,70E+10
I133	1,09E+08	-	-
CS134	1,46E+08	7,40E+10	7,40E+10
CS137	5,07E+08	1,11E+11	1,11E+11
CE144	1,18E+07	-	-
H3	4,03E+12	5,92E+13	5,92E+13

Tabela 5 - Liberações de Gases Nobres para a Atmosfera (Bq/a).

	Angra 1	Angra 2	Angra 3
KR85M	1,59E+11	1,85E+13	1,85E+13
KR85	2,41E+12	1,85E+13	1,85E+13
KR87	9,03E+10	9,25E+12	9,25E+12
KR88	2,72E+11	2,31E+13	2,31E+13
XE131M	-	1,85E+13	1,85E+13
XE133M	1,39E+11	-	-

XE133	7,37E+12	7,40E+14	7,40E+14
XE135M	2,74E+10	-	-
XE135	4,49E+11	9,25E+13	9,25E+13
XE138	5,29E+10	4,63E+12	4,63E+12

## Transporte

O outro fator determinante do impacto radiológico, resultante da liberação de material radioativo de uma usina nuclear, é a maneira como este material é transportado e dispersado no meio ambiente. De fundamental importância, neste caso, é a determinação das concentrações que resultam nos locais onde os seres humanos possam ser, direta ou indiretamente, afetados.

No caso de liberações para a atmosfera, as concentrações, resultantes ao nível do solo, dependem essencialmente da altura de lançamento, da topografia local, da velocidade e da direção do vento, assim como da classe de estabilidade atmosférica, a qual determina seu grau de turbulência. Para a aquisição dos dados necessários à determinação das concentrações desejadas, é imprescindível a instalação de uma ou, dependendo da topografia do local, mais torres meteorológicas em locais apropriados. Em Angra, o primeiro sistema de aquisição de dados meteorológicos foi posto em operação em dezembro de 1971. Ele consistia, inicialmente, de uma torre central de 50 metros de altura com dois níveis de medição de vento (velocidade e direção) e temperatura, e de 3 torres periféricas de 15 metros de altura com medições de velocidade e direção de vento. Este sistema vem operando desde então e tem sido aperfeiçoado ao longo destes anos.

Os dados, obtidos nas torres de medição, são processados (reduzidos) em computador fornecendo como resultado a distribuição associada de frequências de velocidade e direção de vento e de classe de estabilidade atmosférica. Esta distribuição associada é utilizada em modelos de dispersão na determinação dos fatores de dispersão (concentrações relativas) e de deposição os quais, aliados ao termo fonte, permitem a obtenção das concentrações desejadas nos locais de interesse.

O modelo aqui utilizado na determinação dos fatores de dispersão é o modelo gaussiano de difusão com velocidade média de vento constante. Este modelo é um dos mais frequentemente usados, a nível internacional, para esta finalidade. Os fatores de deposição relativa foram obtidos de curvas baseadas em medições de velocidades de deposição em função da velocidade do vento e de um modelo de difusão/deposição. Maiores detalhes sobre estes modelos podem ser obtidos da *United States Nuclear Regulatory Commission* (1977b).

Os fatores de dispersão e deposição relativa obtidos pelo modelo acima referido para cada uma das três usinas são mostrados na Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8 abaixo. Eles foram calculados a partir de dados médios horários colhidos na Torre Meteorológica A100 entre 01/01/2000 e 31/12/2001. Os dados de direção e velocidade de vento foram obtidos no nível

100 da torre. As classes de estabilidade foram determinadas através do gradiente de temperatura entre os níveis 10 e 100 desta mesma torre.

Os dados estão referenciados a uma rosa dos ventos composta de 16 setores de 22,5 graus centrada no prédio do reator de Angra 3 cujas coordenadas UTM (Zona 23 – Elipsóide Internacional 1910) são:

$$\begin{aligned}x & 554\,365,75E \\y & 7\,455\,388,250N\end{aligned}$$

As coordenadas dos pontos de emissão das usinas são:

	Angra 1	Angra 2	Angra 3
x	555 625E	555 436E	554 304E
y	7 455 397N	7 455 628N	7 455 424N

A distribuição populacional utilizada mais adiante no cálculo da dose coletiva também está centrada no prédio do reator de Angra 3.

Para o caso dos efluentes líquidos radioativos, para as estimativas de dose no grupo crítico, a diluição no corpo aquático não foi considerada, isto é, admitiu-se que a concentração de substâncias radioativas no túnel de descarga em Piraquara de Fora se mantém a mesma em todo e qualquer local na região considerada.

Tabela 6 - Fatores de Dispersão Atmosférica ( $s/m^3$ )

Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	3,46E-07	6,42E-07	1,37E-06	1,97E-07	1,05E-09	1,16E-05	2,40E-05	1,04E-07
2,50E+03	2,47E-07	3,95E-07	2,57E-06	3,28E-06	1,33E-06	1,49E-06	1,69E-06	6,81E-06
3,50E+03	1,59E-07	2,35E-07	1,34E-06	1,40E-06	5,02E-07	6,46E-07	8,95E-07	4,13E-06
4,50E+03	1,12E-07	1,60E-07	8,45E-07	3,20E-07	2,83E-07	2,84E-07	5,69E-07	2,82E-06
5,50E+03	8,45E-08	1,16E-07	4,93E-07	2,17E-07	1,88E-07	1,92E-07	2,31E-07	2,07E-06
6,50E+03	8,01E-08	3,96E-07	3,72E-07	1,60E-07	1,37E-07	1,43E-07	1,74E-07	2,71E-07
7,50E+03	6,52E-08	3,17E-07	2,94E-07	1,24E-07	1,06E-07	1,11E-07	1,38E-07	2,19E-07
8,50E+03	5,46E-08	2,62E-07	2,40E-07	1,01E-07	8,52E-08	8,98E-08	1,13E-07	1,81E-07
9,50E+03	4,66E-08	2,21E-07	2,01E-07	8,39E-08	7,06E-08	7,49E-08	9,49E-08	1,54E-07
1,05E+04	4,02E-08	1,89E-07	1,72E-07	7,15E-08	5,99E-08	6,37E-08	8,14E-08	1,32E-07
1,15E+04	3,53E-08	1,65E-07	1,50E-07	6,23E-08	5,20E-08	5,48E-08	7,05E-08	1,16E-07
1,25E+04	3,13E-08	1,46E-07	1,33E-07	5,47E-08	4,57E-08	4,88E-08	6,29E-08	1,03E-07
1,35E+04	2,84E-08	1,30E-07	1,19E-07	4,85E-08	4,06E-08	4,33E-08	5,61E-08	9,19E-08
1,45E+04	2,56E-08	1,17E-07	1,07E-07	4,35E-08	3,64E-08	3,88E-08	5,04E-08	8,29E-08
1,55E+04	2,33E-08	1,06E-07	9,67E-08	3,93E-08	3,29E-08	3,51E-08	4,56E-08	7,53E-08
2,25E+04	1,37E-08	6,17E-08	5,58E-08	2,29E-08	1,88E-08	2,02E-08	2,66E-08	4,45E-08
2,75E+04	1,04E-08	4,62E-08	4,17E-08	1,71E-08	1,40E-08	1,51E-08	2,00E-08	3,36E-08
3,25E+04	8,22E-09	3,64E-08	3,27E-08	1,34E-08	1,10E-08	1,19E-08	1,58E-08	2,68E-08
3,75E+04	6,74E-09	2,97E-08	2,67E-08	1,09E-08	8,94E-09	9,74E-09	1,30E-08	2,20E-08
4,25E+04	5,67E-09	2,49E-08	2,23E-08	9,18E-09	7,48E-09	8,18E-09	1,09E-08	1,85E-08
4,75E+04	4,86E-09	2,13E-08	1,91E-08	7,86E-09	6,40E-09	7,00E-09	9,38E-09	1,59E-08

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	3,34E-08	3,82E-08	2,42E-08	2,48E-08	2,51E-07	1,92E-07	2,10E-07	2,68E-07
2,50E+03	2,13E-07	5,01E-08	1,72E-07	1,59E-07	1,57E-07	1,22E-07	1,30E-07	1,58E-07
3,50E+03	2,27E-07	6,16E-08	1,19E-07	1,12E-07	1,11E-07	8,67E-08	9,29E-08	1,06E-07
4,50E+03	2,17E-07	1,48E-07	1,52E-07	8,43E-08	8,35E-08	6,51E-08	7,02E-08	7,75E-08
5,50E+03	2,01E-07	1,94E-07	1,42E-07	6,66E-08	6,61E-08	5,12E-08	5,47E-08	7,51E-08
6,50E+03	1,45E-06	1,77E-07	1,15E-07	5,44E-08	5,41E-08	4,17E-08	4,43E-08	6,02E-08
7,50E+03	1,19E-06	1,62E-07	9,65E-08	4,57E-08	4,55E-08	3,50E-08	3,69E-08	4,97E-08
8,50E+03	1,00E-06	1,48E-07	8,25E-08	3,91E-08	3,89E-08	2,98E-08	3,13E-08	4,19E-08
9,50E+03	8,56E-07	1,35E-07	7,19E-08	3,39E-08	3,37E-08	2,58E-08	2,71E-08	3,62E-08
1,05E+04	7,44E-07	1,24E-07	6,33E-08	2,99E-08	2,98E-08	2,26E-08	2,38E-08	3,16E-08
1,15E+04	6,56E-07	1,15E-07	5,63E-08	2,67E-08	2,65E-08	2,01E-08	2,11E-08	2,78E-08
1,25E+04	5,85E-07	1,07E-07	5,05E-08	2,40E-08	2,39E-08	1,80E-08	1,88E-08	2,48E-08
1,35E+04	5,26E-07	1,00E-07	4,56E-08	2,17E-08	2,16E-08	1,63E-08	1,70E-08	2,23E-08
1,45E+04	4,77E-07	9,39E-08	4,16E-08	1,98E-08	1,97E-08	1,48E-08	1,54E-08	2,02E-08
1,55E+04	4,35E-07	8,79E-08	3,81E-08	1,82E-08	1,81E-08	1,36E-08	1,41E-08	1,84E-08
2,25E+04	2,64E-07	6,02E-08	2,33E-08	1,12E-08	1,12E-08	8,27E-09	8,50E-09	1,10E-08
2,75E+04	2,01E-07	4,86E-08	1,79E-08	8,60E-09	8,61E-09	6,32E-09	6,47E-09	8,34E-09
3,25E+04	1,61E-07	4,05E-08	1,44E-08	6,91E-09	6,92E-09	5,05E-09	5,16E-09	6,62E-09
3,75E+04	1,33E-07	3,45E-08	1,19E-08	5,72E-09	5,73E-09	4,16E-09	4,24E-09	5,44E-09
4,25E+04	1,13E-07	3,00E-08	1,01E-08	4,86E-09	4,87E-09	3,51E-09	3,58E-09	4,58E-09
4,75E+04	9,70E-08	2,64E-08	8,73E-09	4,20E-09	4,21E-09	3,03E-09	3,08E-09	3,94E-09

Valor Máximo 2,40E-05

Setor SE

Distância 1500 m

Tabela 6 (continuação) - Fatores de Deposição Relativa (m<sup>-2</sup>)

Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	6,01E-10	1,02E-09	2,45E-09	3,90E-09	9,33E-11	1,43E-08	4,30E-08	5,17E-10
2,50E+03	3,68E-10	6,72E-10	7,24E-09	9,30E-09	2,34E-09	2,24E-09	2,20E-09	1,18E-08
3,50E+03	2,24E-10	3,79E-10	3,58E-09	3,81E-09	8,57E-10	9,33E-10	1,10E-09	6,69E-09
4,50E+03	1,49E-10	2,42E-10	2,12E-09	5,96E-10	4,52E-10	4,64E-10	6,57E-10	4,26E-09
5,50E+03	1,07E-10	1,67E-10	1,16E-09	3,79E-10	2,82E-10	2,96E-10	2,86E-10	2,95E-09
6,50E+03	1,07E-10	8,75E-10	8,31E-10	2,64E-10	1,94E-10	2,06E-10	2,04E-10	2,71E-10
7,50E+03	8,30E-11	6,69E-10	6,23E-10	1,94E-10	1,43E-10	1,52E-10	1,53E-10	2,08E-10
8,50E+03	6,67E-11	5,30E-10	4,86E-10	1,50E-10	1,09E-10	1,17E-10	1,20E-10	1,65E-10
9,50E+03	5,47E-11	4,30E-10	3,90E-10	1,19E-10	8,64E-11	9,33E-11	9,62E-11	1,33E-10
1,05E+04	4,59E-11	3,56E-10	3,21E-10	9,72E-11	7,02E-11	7,59E-11	7,89E-11	1,11E-10
1,15E+04	3,95E-11	3,05E-10	2,72E-10	8,18E-11	5,88E-11	6,30E-11	6,63E-11	9,50E-11
1,25E+04	3,44E-11	2,64E-10	2,34E-10	7,02E-11	5,04E-11	5,49E-11	5,80E-11	8,24E-11
1,35E+04	3,07E-11	2,32E-10	2,04E-10	6,10E-11	4,38E-11	4,77E-11	5,06E-11	7,22E-11
1,45E+04	2,73E-11	2,05E-10	1,80E-10	5,36E-11	3,84E-11	4,20E-11	4,47E-11	6,39E-11
1,55E+04	2,44E-11	1,83E-10	1,60E-10	4,75E-11	3,40E-11	3,72E-11	3,97E-11	5,71E-11
2,25E+04	1,31E-11	9,75E-11	8,36E-11	2,46E-11	1,75E-11	1,91E-11	2,07E-11	3,07E-11
2,75E+04	9,26E-12	6,85E-11	5,84E-11	1,71E-11	1,22E-11	1,33E-11	1,45E-11	2,16E-11
3,25E+04	6,92E-12	5,09E-11	4,33E-11	1,26E-11	8,99E-12	9,83E-12	1,08E-11	1,62E-11
3,75E+04	5,35E-12	3,93E-11	3,33E-11	9,69E-12	6,89E-12	7,56E-12	8,27E-12	1,25E-11
4,25E+04	4,27E-12	3,13E-11	2,64E-11	7,70E-12	5,47E-12	6,01E-12	6,58E-12	9,96E-12
4,75E+04	3,48E-12	2,54E-11	2,15E-11	6,24E-12	4,43E-12	4,88E-12	5,35E-12	8,09E-12

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	1,42E-10	1,11E-10	6,25E-11	5,83E-11	4,07E-10	3,28E-10	3,64E-10	4,56E-10
2,50E+03	2,76E-10	6,86E-11	3,23E-10	2,95E-10	2,39E-10	1,92E-10	2,10E-10	2,55E-10
3,50E+03	2,01E-10	4,75E-11	2,10E-10	1,94E-10	1,57E-10	1,27E-10	1,38E-10	1,63E-10
4,50E+03	1,51E-10	6,40E-11	1,09E-10	1,38E-10	1,12E-10	9,02E-11	9,93E-11	1,12E-10
5,50E+03	1,16E-10	1,03E-10	2,03E-10	1,04E-10	8,43E-11	6,76E-11	7,39E-11	9,29E-11
6,50E+03	1,88E-09	8,21E-11	1,58E-10	8,06E-11	6,59E-11	5,26E-11	5,72E-11	7,11E-11
7,50E+03	1,47E-09	6,64E-11	1,26E-10	6,47E-11	5,30E-11	4,23E-11	4,57E-11	5,62E-11
8,50E+03	1,18E-09	5,45E-11	1,03E-10	5,31E-11	4,36E-11	3,47E-11	3,73E-11	4,55E-11
9,50E+03	9,71E-10	4,63E-11	8,72E-11	4,47E-11	3,67E-11	2,92E-11	3,14E-11	3,80E-11
1,05E+04	8,16E-10	3,99E-11	7,49E-11	3,86E-11	3,18E-11	2,52E-11	2,70E-11	3,24E-11
1,15E+04	7,03E-10	3,53E-11	6,52E-11	3,37E-11	2,78E-11	2,20E-11	2,34E-11	2,81E-11
1,25E+04	6,14E-10	3,12E-11	5,73E-11	2,97E-11	2,45E-11	1,94E-11	2,06E-11	2,46E-11
1,35E+04	5,41E-10	2,77E-11	5,09E-11	2,65E-11	2,19E-11	1,73E-11	1,83E-11	2,18E-11
1,45E+04	4,81E-10	2,49E-11	4,56E-11	2,37E-11	1,96E-11	1,55E-11	1,64E-11	1,94E-11
1,55E+04	4,31E-10	2,25E-11	4,10E-11	2,14E-11	1,77E-11	1,40E-11	1,47E-11	1,75E-11
2,25E+04	2,33E-10	1,27E-11	2,25E-11	1,19E-11	9,87E-12	7,75E-12	8,10E-12	9,50E-12
2,75E+04	1,65E-10	9,39E-12	1,62E-11	8,54E-12	7,12E-12	5,56E-12	5,81E-12	6,76E-12
3,25E+04	1,23E-10	7,46E-12	1,22E-11	6,43E-12	5,36E-12	4,18E-12	4,36E-12	5,06E-12
3,75E+04	9,57E-11	6,21E-12	9,53E-12	5,03E-12	4,19E-12	3,27E-12	3,40E-12	3,93E-12
4,25E+04	7,65E-11	5,45E-12	7,65E-12	4,04E-12	3,36E-12	2,62E-12	2,72E-12	3,15E-12
4,75E+04	6,25E-11	4,94E-12	6,28E-12	3,31E-12	2,76E-12	2,15E-12	2,23E-12	2,57E-12

Valor Máximo 4,30E-08

Setor SE

Distância 1500 m

Tabela 7 - Fatores de Dispersão Atmosférica (s/m<sup>3</sup>)

Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	3,23E-06	4,23E-06	4,48E-06	6,64E-08	5,83E-09	3,41E-07	2,48E-09	2,26E-09
2,50E+03	1,41E-06	2,37E-06	5,58E-06	2,00E-05	1,10E-05	1,24E-06	2,98E-07	2,10E-09
3,50E+03	8,71E-07	1,32E-06	2,75E-06	8,50E-06	4,80E-06	6,18E-07	2,19E-07	3,11E-09
4,50E+03	6,02E-07	8,74E-07	2,88E-06	5,04E-06	2,84E-06	1,17E-06	1,66E-07	4,49E-09
5,50E+03	4,47E-07	1,09E-06	2,01E-06	3,44E-06	1,95E-06	8,20E-07	2,43E-07	5,65E-09
6,50E+03	4,40E-07	8,30E-07	1,51E-06	2,55E-06	1,45E-06	6,21E-07	1,87E-07	9,84E-08
7,50E+03	3,57E-07	6,66E-07	1,20E-06	1,99E-06	1,14E-06	4,93E-07	1,51E-07	8,32E-08
8,50E+03	2,98E-07	5,50E-07	9,75E-07	1,62E-06	9,27E-07	4,04E-07	1,25E-07	7,16E-08
9,50E+03	2,54E-07	4,66E-07	8,18E-07	1,36E-06	7,74E-07	3,40E-07	1,06E-07	6,26E-08
1,05E+04	2,21E-07	4,03E-07	7,01E-07	1,16E-06	6,62E-07	2,92E-07	9,08E-08	5,51E-08
1,15E+04	1,94E-07	3,53E-07	6,13E-07	1,01E-06	5,79E-07	2,56E-07	7,91E-08	4,92E-08
1,25E+04	1,73E-07	3,12E-07	5,46E-07	8,91E-07	5,12E-07	2,26E-07	7,09E-08	4,44E-08
1,35E+04	1,55E-07	2,78E-07	4,91E-07	7,93E-07	4,58E-07	2,02E-07	6,34E-08	4,03E-08
1,45E+04	1,40E-07	2,50E-07	4,46E-07	7,12E-07	4,13E-07	1,82E-07	5,71E-08	3,69E-08
1,55E+04	1,27E-07	2,27E-07	4,07E-07	6,44E-07	3,75E-07	1,65E-07	5,19E-08	3,40E-08
2,25E+04	7,60E-08	1,33E-07	2,37E-07	3,84E-07	2,21E-07	9,75E-08	3,07E-08	2,14E-08
2,75E+04	5,77E-08	1,01E-07	1,78E-07	2,88E-07	1,66E-07	7,38E-08	2,33E-08	1,66E-08
3,25E+04	4,60E-08	7,99E-08	1,41E-07	2,28E-07	1,32E-07	5,87E-08	1,85E-08	1,34E-08
3,75E+04	3,80E-08	6,56E-08	1,15E-07	1,86E-07	1,08E-07	4,84E-08	1,53E-08	1,11E-08
4,25E+04	3,21E-08	5,53E-08	9,67E-08	1,57E-07	9,05E-08	4,09E-08	1,29E-08	9,52E-09
4,75E+04	2,77E-08	4,75E-08	8,28E-08	1,35E-07	7,78E-08	3,52E-08	1,11E-08	8,28E-09

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	2,08E-09	3,45E-09	1,34E-08	3,44E-08	2,45E-06	2,49E-06	2,49E-06	2,36E-06
2,50E+03	1,76E-09	3,24E-09	3,35E-09	2,23E-06	1,85E-06	1,37E-06	1,50E-06	1,37E-06
3,50E+03	1,79E-09	3,92E-09	4,17E-09	1,56E-06	1,32E-06	9,61E-07	1,04E-06	9,11E-07
4,50E+03	8,35E-09	1,91E-08	5,98E-08	1,17E-06	9,92E-07	7,18E-07	5,88E-07	6,53E-07
5,50E+03	6,09E-09	5,24E-08	1,93E-07	9,23E-07	7,85E-07	5,63E-07	4,55E-07	4,00E-07
6,50E+03	6,85E-09	4,94E-08	2,49E-07	7,57E-07	6,41E-07	4,59E-07	3,68E-07	3,20E-07
7,50E+03	7,35E-09	4,63E-08	2,23E-07	6,36E-07	5,38E-07	3,84E-07	3,06E-07	2,62E-07
8,50E+03	7,63E-09	4,32E-08	2,01E-07	5,46E-07	4,61E-07	3,28E-07	2,60E-07	2,22E-07
9,50E+03	7,77E-09	4,03E-08	1,83E-07	4,75E-07	3,99E-07	2,86E-07	2,26E-07	1,90E-07
1,05E+04	7,71E-09	3,75E-08	1,66E-07	4,20E-07	3,53E-07	2,52E-07	1,98E-07	1,67E-07
1,15E+04	7,62E-09	3,51E-08	1,53E-07	3,75E-07	3,14E-07	2,24E-07	1,75E-07	1,47E-07
1,25E+04	7,54E-09	3,30E-08	1,41E-07	3,38E-07	2,83E-07	2,01E-07	1,57E-07	1,31E-07
1,35E+04	7,46E-09	3,12E-08	1,31E-07	3,07E-07	2,56E-07	1,82E-07	1,42E-07	1,18E-07
1,45E+04	7,39E-09	2,95E-08	1,22E-07	2,80E-07	2,34E-07	1,66E-07	1,29E-07	1,07E-07
1,55E+04	7,23E-09	2,79E-08	1,15E-07	2,57E-07	2,15E-07	1,52E-07	1,18E-07	9,77E-08
2,25E+04	6,11E-09	2,01E-08	7,77E-08	1,59E-07	1,33E-07	9,41E-08	7,22E-08	5,88E-08
2,75E+04	5,45E-09	1,66E-08	6,25E-08	1,23E-07	1,03E-07	7,26E-08	5,54E-08	4,48E-08
3,25E+04	4,90E-09	1,41E-08	5,20E-08	9,89E-08	8,29E-08	5,85E-08	4,44E-08	3,58E-08
3,75E+04	4,43E-09	1,21E-08	4,42E-08	8,22E-08	6,89E-08	4,87E-08	3,68E-08	2,96E-08
4,25E+04	4,04E-09	1,06E-08	3,84E-08	6,99E-08	5,86E-08	4,14E-08	3,12E-08	2,50E-08
4,75E+04	3,70E-09	9,45E-09	3,38E-08	6,05E-08	5,08E-08	3,58E-08	2,70E-08	2,16E-08

Valor Máximo 2,00E-05

Setor ENE  
Distância 2500 m

Tabela 7 (continuação) - Fatores de Deposição Relativa (m<sup>-2</sup>)

Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	1,69E-09	2,38E-09	5,19E-09	3,10E-09	4,28E-10	2,51E-10	9,68E-11	1,17E-10
2,50E+03	7,50E-10	1,57E-09	5,78E-09	1,45E-08	8,42E-09	9,35E-10	7,80E-11	4,43E-11
3,50E+03	4,32E-10	8,22E-10	2,67E-09	5,90E-09	3,48E-09	4,36E-10	4,66E-11	3,05E-11
4,50E+03	2,80E-10	5,07E-10	2,90E-09	3,27E-09	1,93E-09	6,27E-10	3,25E-11	2,21E-11
5,50E+03	1,96E-10	8,88E-10	1,90E-09	2,09E-09	1,23E-09	4,12E-10	1,47E-10	1,67E-11
6,50E+03	2,20E-10	6,41E-10	1,35E-09	1,46E-09	8,61E-10	2,93E-10	1,07E-10	2,14E-11
7,50E+03	1,70E-10	4,88E-10	1,01E-09	1,08E-09	6,40E-10	2,20E-10	8,16E-11	2,02E-11
8,50E+03	1,35E-10	3,84E-10	7,82E-10	8,34E-10	4,94E-10	1,71E-10	6,42E-11	1,96E-11
9,50E+03	1,10E-10	3,10E-10	6,27E-10	6,64E-10	3,94E-10	1,37E-10	5,21E-11	1,90E-11
1,05E+04	9,24E-11	2,58E-10	5,14E-10	5,42E-10	3,22E-10	1,13E-10	4,31E-11	1,78E-11
1,15E+04	7,92E-11	2,20E-10	4,34E-10	4,56E-10	2,72E-10	9,56E-11	3,66E-11	1,68E-11
1,25E+04	6,89E-11	1,91E-10	3,74E-10	3,92E-10	2,34E-10	8,27E-11	3,21E-11	1,59E-11
1,35E+04	6,05E-11	1,67E-10	3,27E-10	3,41E-10	2,04E-10	7,24E-11	2,81E-11	1,51E-11
1,45E+04	5,37E-11	1,47E-10	2,89E-10	3,00E-10	1,79E-10	6,40E-11	2,48E-11	1,44E-11
1,55E+04	4,80E-11	1,31E-10	2,57E-10	2,66E-10	1,59E-10	5,71E-11	2,21E-11	1,37E-11
2,25E+04	2,55E-11	6,89E-11	1,36E-10	1,38E-10	8,37E-11	2,98E-11	1,17E-11	9,24E-12
2,75E+04	1,80E-11	4,84E-11	9,48E-11	9,63E-11	5,83E-11	2,08E-11	8,26E-12	7,03E-12
3,25E+04	1,34E-11	3,59E-11	7,03E-11	7,14E-11	4,31E-11	1,54E-11	6,17E-12	5,44E-12
3,75E+04	1,04E-11	2,77E-11	5,40E-11	5,49E-11	3,31E-11	1,19E-11	4,79E-12	4,22E-12
4,25E+04	8,28E-12	2,20E-11	4,29E-11	4,36E-11	2,63E-11	9,50E-12	3,83E-12	3,36E-12
4,75E+04	6,74E-12	1,79E-11	3,48E-11	3,53E-11	2,13E-11	7,72E-12	3,14E-12	2,72E-12

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	9,35E-11	1,29E-10	1,60E-10	2,08E-10	1,19E-09	1,19E-09	1,30E-09	1,22E-09
2,50E+03	5,92E-11	8,66E-11	8,00E-11	1,44E-09	9,46E-10	6,48E-10	7,27E-10	6,53E-10
3,50E+03	4,17E-11	6,26E-11	5,82E-11	9,39E-10	6,21E-10	4,22E-10	4,64E-10	4,08E-10
4,50E+03	3,09E-11	2,82E-11	4,53E-11	6,62E-10	4,37E-10	2,96E-10	2,41E-10	2,74E-10
5,50E+03	1,50E-11	2,23E-11	4,92E-11	4,94E-10	3,26E-10	2,19E-10	1,76E-10	1,71E-10
6,50E+03	1,19E-11	1,76E-11	6,08E-11	3,83E-10	2,53E-10	1,69E-10	1,35E-10	1,30E-10
7,50E+03	9,54E-12	1,43E-11	6,09E-11	3,06E-10	2,02E-10	1,35E-10	1,07E-10	1,01E-10
8,50E+03	7,81E-12	1,18E-11	6,01E-11	2,51E-10	1,66E-10	1,10E-10	8,69E-11	8,16E-11
9,50E+03	6,64E-12	1,01E-11	5,74E-11	2,11E-10	1,39E-10	9,25E-11	7,25E-11	6,70E-11
1,05E+04	5,72E-12	8,68E-12	5,45E-11	1,82E-10	1,20E-10	7,95E-11	6,20E-11	5,72E-11
1,15E+04	4,99E-12	7,58E-12	5,19E-11	1,59E-10	1,05E-10	6,92E-11	5,38E-11	4,94E-11
1,25E+04	4,40E-12	6,68E-12	4,97E-11	1,40E-10	9,29E-11	6,08E-11	4,72E-11	4,32E-11
1,35E+04	3,91E-12	5,95E-12	4,77E-11	1,24E-10	8,28E-11	5,40E-11	4,18E-11	3,81E-11
1,45E+04	3,51E-12	5,34E-12	4,55E-11	1,11E-10	7,42E-11	4,83E-11	3,73E-11	3,39E-11
1,55E+04	3,17E-12	4,83E-12	4,30E-11	1,01E-10	6,69E-11	4,35E-11	3,35E-11	3,04E-11
2,25E+04	1,80E-12	2,80E-12	2,93E-11	5,55E-11	3,69E-11	2,39E-11	1,82E-11	1,63E-11
2,75E+04	1,33E-12	2,08E-12	2,27E-11	3,98E-11	2,65E-11	1,71E-11	1,30E-11	1,16E-11
3,25E+04	1,04E-12	1,66E-12	1,75E-11	3,00E-11	1,99E-11	1,29E-11	9,74E-12	8,66E-12
3,75E+04	8,44E-13	1,39E-12	1,37E-11	2,34E-11	1,56E-11	1,00E-11	7,59E-12	6,72E-12
4,25E+04	7,04E-13	1,22E-12	1,11E-11	1,88E-11	1,25E-11	8,04E-12	6,07E-12	5,37E-12
4,75E+04	6,00E-13	1,10E-12	9,09E-12	1,55E-11	1,02E-11	6,58E-12	4,97E-12	4,38E-12

Valor Máximo 1,45E-08

Setor ENE  
Distância 2500 m

Tabela 8 - Angra 3 – Fatores de Dispersão Atmosférica (s/m<sup>3</sup>)

Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	5,88E-06	9,59E-06	1,16E-07	2,68E-08	3,66E-08	1,51E-07	5,91E-09	1,94E-09
2,50E+03	2,13E-06	3,76E-06	6,22E-06	8,40E-06	4,38E-06	1,83E-06	4,46E-08	1,39E-09
3,50E+03	1,24E-06	2,11E-06	3,58E-06	5,00E-06	2,68E-06	1,14E-06	1,54E-07	1,23E-09
4,50E+03	8,21E-07	1,40E-06	2,40E-06	3,43E-06	1,86E-06	8,07E-07	1,28E-07	1,35E-09
5,50E+03	5,97E-07	1,02E-06	1,75E-06	2,54E-06	1,40E-06	6,11E-07	1,07E-07	1,64E-09
6,50E+03	4,61E-07	7,89E-07	1,36E-06	2,00E-06	1,11E-06	4,85E-07	9,15E-08	1,99E-09
7,50E+03	3,71E-07	6,36E-07	1,10E-06	1,62E-06	9,03E-07	3,99E-07	7,94E-08	2,32E-09
8,50E+03	3,08E-07	5,27E-07	9,13E-07	1,36E-06	7,57E-07	3,36E-07	6,98E-08	2,62E-09
9,50E+03	2,61E-07	4,49E-07	7,76E-07	1,16E-06	6,49E-07	2,89E-07	6,20E-08	2,87E-09
1,05E+04	2,27E-07	3,87E-07	6,70E-07	1,01E-06	5,64E-07	2,52E-07	5,55E-08	3,03E-09
1,15E+04	1,99E-07	3,39E-07	5,88E-07	8,93E-07	5,00E-07	2,23E-07	5,01E-08	3,15E-09
1,25E+04	1,77E-07	3,01E-07	5,22E-07	7,95E-07	4,48E-07	2,00E-07	4,57E-08	3,27E-09
1,35E+04	1,58E-07	2,69E-07	4,67E-07	7,14E-07	4,05E-07	1,80E-07	4,19E-08	3,39E-09
1,45E+04	1,43E-07	2,43E-07	4,22E-07	6,46E-07	3,68E-07	1,63E-07	3,87E-08	3,50E-09
1,55E+04	1,30E-07	2,21E-07	3,83E-07	5,90E-07	3,37E-07	1,50E-07	3,58E-08	3,51E-09
2,25E+04	7,69E-08	1,31E-07	2,27E-07	3,58E-07	2,05E-07	9,12E-08	2,31E-08	3,39E-09
2,75E+04	5,83E-08	9,92E-08	1,72E-07	2,73E-07	1,56E-07	7,00E-08	1,82E-08	3,19E-09
3,25E+04	4,64E-08	7,89E-08	1,37E-07	2,17E-07	1,24E-07	5,62E-08	1,49E-08	2,97E-09
3,75E+04	3,83E-08	6,49E-08	1,12E-07	1,79E-07	1,03E-07	4,66E-08	1,24E-08	2,76E-09
4,25E+04	3,23E-08	5,47E-08	9,45E-08	1,52E-07	8,72E-08	3,95E-08	1,07E-08	2,55E-09
4,75E+04	2,78E-08	4,71E-08	8,11E-08	1,31E-07	7,52E-08	3,42E-08	9,31E-09	2,37E-09

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	1,52E-09	2,19E-09	3,81E-09	3,88E-09	4,68E-09	3,63E-09	9,75E-07	4,60E-06
2,50E+03	1,31E-09	1,84E-09	3,22E-09	3,64E-06	3,25E-06	2,42E-06	2,02E-06	1,68E-06
3,50E+03	1,34E-09	5,82E-09	3,17E-09	2,22E-06	1,94E-06	1,47E-06	1,15E-06	9,93E-07
4,50E+03	1,59E-09	2,38E-08	3,88E-09	1,55E-06	1,34E-06	1,00E-06	7,78E-07	6,54E-07
5,50E+03	1,92E-09	1,02E-07	5,06E-09	1,16E-06	1,00E-06	7,42E-07	5,81E-07	4,75E-07
6,50E+03	2,26E-09	1,14E-07	6,37E-09	9,20E-07	7,88E-07	5,79E-07	4,50E-07	3,67E-07
7,50E+03	2,57E-09	1,00E-07	7,63E-09	7,54E-07	6,43E-07	4,69E-07	3,64E-07	2,96E-07
8,50E+03	2,83E-09	8,86E-08	8,75E-09	6,34E-07	5,39E-07	3,92E-07	3,02E-07	2,45E-07
9,50E+03	3,03E-09	7,93E-08	9,69E-09	5,44E-07	4,62E-07	3,34E-07	2,57E-07	2,08E-07
1,05E+04	3,15E-09	7,14E-08	1,03E-08	4,74E-07	4,05E-07	2,90E-07	2,23E-07	1,80E-07
1,15E+04	3,25E-09	6,49E-08	1,08E-08	4,18E-07	3,58E-07	2,55E-07	1,95E-07	1,58E-07
1,25E+04	3,34E-09	5,93E-08	1,12E-08	3,74E-07	3,19E-07	2,27E-07	1,73E-07	1,40E-07
1,35E+04	3,42E-09	5,47E-08	1,17E-08	3,36E-07	2,88E-07	2,03E-07	1,55E-07	1,26E-07
1,45E+04	3,50E-09	5,06E-08	1,21E-08	3,05E-07	2,61E-07	1,84E-07	1,40E-07	1,13E-07
1,55E+04	3,51E-09	4,70E-08	1,31E-08	2,79E-07	2,38E-07	1,67E-07	1,28E-07	1,03E-07
2,25E+04	3,37E-09	3,09E-08	1,81E-08	1,69E-07	1,43E-07	1,00E-07	7,62E-08	6,10E-08
2,75E+04	3,20E-09	2,45E-08	1,67E-08	1,29E-07	1,09E-07	7,66E-08	5,79E-08	4,62E-08
3,25E+04	3,01E-09	2,01E-08	1,53E-08	1,03E-07	8,70E-08	6,12E-08	4,61E-08	3,67E-08
3,75E+04	2,81E-09	1,70E-08	1,40E-08	8,50E-08	7,19E-08	5,06E-08	3,80E-08	3,02E-08
4,25E+04	2,63E-09	1,47E-08	1,29E-08	7,20E-08	6,08E-08	4,28E-08	3,21E-08	2,55E-08
4,75E+04	2,46E-09	1,29E-08	1,20E-08	6,21E-08	5,25E-08	3,69E-08	2,77E-08	2,20E-08

Valor Máximo 9,59E-06

Setor NNE  
Distância 1500 m

Tabela 8 (continuação) - Fatores de Deposição Relativa (m<sup>-2</sup>)

Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	3,97E-09	9,77E-09	1,57E-09	7,75E-10	3,50E-10	6,02E-10	8,87E-11	5,58E-11
2,50E+03	1,41E-09	3,64E-09	6,52E-09	6,07E-09	3,29E-09	1,10E-09	5,11E-11	3,32E-11
3,50E+03	7,46E-10	1,90E-09	3,50E-09	3,38E-09	1,88E-09	6,39E-10	3,60E-11	2,31E-11
4,50E+03	4,59E-10	1,18E-09	2,20E-09	2,17E-09	1,22E-09	4,21E-10	2,80E-11	1,70E-11
5,50E+03	3,13E-10	8,08E-10	1,52E-09	1,52E-09	8,66E-10	3,00E-10	2,43E-11	1,31E-11
6,50E+03	2,28E-10	5,90E-10	1,12E-09	1,12E-09	6,45E-10	2,25E-10	2,26E-11	1,03E-11
7,50E+03	1,75E-10	4,52E-10	8,58E-10	8,68E-10	5,00E-10	1,76E-10	2,19E-11	8,24E-12
8,50E+03	1,38E-10	3,58E-10	6,81E-10	6,91E-10	4,00E-10	1,41E-10	2,17E-11	6,74E-12
9,50E+03	1,12E-10	2,91E-10	5,54E-10	5,65E-10	3,28E-10	1,16E-10	2,08E-11	5,73E-12
1,05E+04	9,33E-11	2,41E-10	4,63E-10	4,76E-10	2,75E-10	9,86E-11	1,96E-11	4,90E-12
1,15E+04	7,98E-11	2,07E-10	3,97E-10	4,09E-10	2,38E-10	8,53E-11	1,86E-11	4,27E-12
1,25E+04	6,92E-11	1,80E-10	3,45E-10	3,56E-10	2,08E-10	7,47E-11	1,77E-11	3,77E-12
1,35E+04	6,07E-11	1,58E-10	3,04E-10	3,13E-10	1,83E-10	6,60E-11	1,69E-11	3,35E-12
1,45E+04	5,37E-11	1,40E-10	2,69E-10	2,78E-10	1,63E-10	5,89E-11	1,61E-11	3,01E-12
1,55E+04	4,80E-11	1,25E-10	2,41E-10	2,49E-10	1,46E-10	5,29E-11	1,52E-11	2,72E-12
2,25E+04	2,54E-11	6,62E-11	1,28E-10	1,33E-10	7,86E-11	2,85E-11	1,03E-11	1,55E-12
2,75E+04	1,79E-11	4,66E-11	9,02E-11	9,39E-11	5,57E-11	2,02E-11	7,90E-12	1,14E-12
3,25E+04	1,33E-11	3,47E-11	6,72E-11	7,01E-11	4,17E-11	1,51E-11	6,13E-12	8,90E-13
3,75E+04	1,03E-11	2,69E-11	5,20E-11	5,43E-11	3,24E-11	1,18E-11	4,81E-12	7,22E-13
4,25E+04	8,16E-12	2,14E-11	4,14E-11	4,33E-11	2,59E-11	9,41E-12	3,85E-12	6,02E-13
4,75E+04	6,64E-12	1,74E-11	3,38E-11	3,54E-11	2,11E-11	7,70E-12	3,15E-12	5,12E-13

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	6,68E-11	1,08E-10	1,80E-10	1,95E-10	2,83E-10	1,92E-10	4,26E-10	2,50E-09
2,50E+03	3,88E-11	6,23E-11	1,06E-10	2,43E-09	1,81E-09	1,28E-09	1,07E-09	9,18E-10
3,50E+03	2,67E-11	4,28E-11	7,37E-11	1,38E-09	1,00E-09	7,11E-10	5,66E-10	4,95E-10
4,50E+03	1,96E-11	3,13E-11	5,41E-11	9,00E-10	6,47E-10	4,51E-10	3,54E-10	3,06E-10
5,50E+03	1,49E-11	3,83E-11	4,12E-11	6,35E-10	4,52E-10	3,13E-10	2,48E-10	2,09E-10
6,50E+03	1,18E-11	3,99E-11	3,23E-11	4,73E-10	3,35E-10	2,30E-10	1,81E-10	1,52E-10
7,50E+03	9,45E-12	4,03E-11	2,59E-11	3,68E-10	2,59E-10	1,77E-10	1,38E-10	1,16E-10
8,50E+03	7,73E-12	4,11E-11	2,11E-11	2,95E-10	2,06E-10	1,40E-10	1,10E-10	9,16E-11
9,50E+03	6,58E-12	4,00E-11	1,79E-11	2,42E-10	1,69E-10	1,14E-10	8,92E-11	7,43E-11
1,05E+04	5,64E-12	3,81E-11	1,54E-11	2,03E-10	1,43E-10	9,53E-11	7,43E-11	6,22E-11
1,15E+04	4,92E-12	3,64E-11	1,34E-11	1,75E-10	1,23E-10	8,18E-11	6,37E-11	5,32E-11
1,25E+04	4,34E-12	3,49E-11	1,18E-11	1,52E-10	1,08E-10	7,12E-11	5,53E-11	4,61E-11
1,35E+04	3,87E-12	3,35E-11	1,05E-11	1,34E-10	9,49E-11	6,26E-11	4,85E-11	4,04E-11
1,45E+04	3,48E-12	3,23E-11	9,40E-12	1,19E-10	8,46E-11	5,56E-11	4,30E-11	3,58E-11
1,55E+04	3,14E-12	3,07E-11	8,49E-12	1,07E-10	7,58E-11	4,97E-11	3,84E-11	3,19E-11
2,25E+04	1,79E-12	2,10E-11	4,79E-12	5,76E-11	4,05E-11	2,65E-11	2,04E-11	1,69E-11
2,75E+04	1,32E-12	1,61E-11	3,52E-12	4,08E-11	2,86E-11	1,87E-11	1,43E-11	1,19E-11
3,25E+04	1,03E-12	1,25E-11	2,74E-12	3,05E-11	2,13E-11	1,39E-11	1,07E-11	8,84E-12
3,75E+04	8,40E-13	9,69E-12	2,22E-12	2,37E-11	1,65E-11	1,08E-11	8,26E-12	6,83E-12
4,25E+04	7,02E-13	7,71E-12	1,84E-12	1,89E-11	1,31E-11	8,57E-12	6,58E-12	5,44E-12
4,75E+04	5,98E-13	6,24E-12	1,57E-12	1,54E-11	1,07E-11	6,98E-12	5,37E-12	4,43E-12

**Valor Máximo 9,77E-09**

**Setor NNE**

**Distância 1500 m**

### Cálculo da Dose

A análise do estudo realizado pela SCIENCE (2003), não permitiu a identificação de um grupo de pessoas, membros da população, cuja exposição fosse razoavelmente homogênea e típica dos indivíduos que recebem as maiores doses. Assim sendo, foi considerado como grupo crítico, aquelas pessoas cujas taxas de consumo de gêneros alimentícios e tempo de recreação se situam na faixa de 95 percentil da distribuição de valores obtidos para a região pesquisada. De acordo com a Agência Internacional de Energia Atômica - IAEA (2003), este tipo de abordagem pode ser considerada cuidadosa e razoável.

Para o Indivíduo do Público, considerado no cálculo da dose coletiva, as taxas de consumo utilizadas foram as taxas médias obtidas da SCIENCE (2003).

Os valores em questão, mostrados na Tabela 9, foram obtidos de uma ponderação das taxas de consumo com os fatores de procedência SCIENCE (2003).

### Vias de Exposição

As vias de exposição mais relevantes, no que concerne a exposição humana à radiação como resultado da operação de Angra 3 são listadas abaixo. Os valores dos parâmetros utilizados no cálculo da dose, são referenciados à medida que aparecem no texto.

### **Liberações para a atmosfera**

- Exposição a radiações  $\gamma$  e  $\beta$  diretas da nuvem
- Radiação  $\gamma$  direta da atividade depositada no solo
- Inalação de ar contaminado
- Ingestão de alimentos contaminados

### **Liberações para o mar**

- Recreação na praia
- Ingestão de produtos marinhos contaminados

As suposições básicas e os modelos utilizados para calcular as doses correspondentes a cada uma das vias de exposição acima e estimar a dose equivalente efetiva são apresentadas abaixo.

Liberações para a Atmosfera

### **Exposição à Radiação $\gamma$ e $\beta$ direta da Nuvem**

A dose devida à exposição gama direta é dada por:

$$D^{\gamma} = SF.A_L.(\chi/Q).DF^{\gamma}$$

$$D^{\beta} = SF.A_L.(\chi/Q).DF^{\beta}$$

$D^{\gamma}$	Dose Equivalente Efetiva devida a radiação gama direta emitida por um nuclídeo na nuvem (Sv/a)	
$D^{\beta}$	Dose Equivalente na pele ou no cristalino devida a radiação beta direta emitida por um nuclídeo na nuvem (Sv/a)	
SF	Fator de atenuação pelo efeito de blindagem das edificações	SF=1
$A_L$	Atividade total do nuclídeo liberada (Bq/a)	
$DF^{\gamma}$	Fator de dose equivalente efetiva para submersão gama (Sv.m <sup>3</sup> /Bq.s).	
$(\chi/Q)$	Fatores de dispersão atmosférica, em s/m <sup>3</sup> , calculados com base nos dados obtidos da Torre A100 entre 01/01/2000 e 31/12/2001.	
$DF^{\beta}$	Fator de dose, na pele ou cristalino, devida a radiação beta direta emitida por um nuclídeo na nuvem (Sv.m <sup>3</sup> /Bq.s)	

### Exposição ao Solo Contaminado

A dose devida à radiação gama emitida por nuclídeos depositados no solo é dada por,

$$D_G^\lambda = \frac{3600 \cdot A_L \cdot (D/Q) \cdot SF \cdot DF_G^\gamma}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_b})$$

$D_G^\lambda$	Dose devida à exposição ao solo contaminado (Sv/a)	
(D/Q)	Fatores de deposição relativa, em $1/m^2$ calculados com base nos dados obtidos da Torre A100 entre 01/01/2000 e 31/12/2001.	
SF	Fator de atenuação	SF = 1
$DF_G^\gamma$	Fator de dose equivalente efetiva para exposição ao solo contaminado (Sv.m <sup>2</sup> /Bq.s).	
$\lambda$	Constante de decaimento do nuclídeo (h <sup>-1</sup> )	
$t_b$	Tempo de acumulação da atividade depositada (h)	$t_b = 15a$

### Inalação de Ar Contaminado

A dose devida à inalação do ar contaminado é dada por,

$$D_{INH} = R_A \cdot (\chi/Q) \cdot DF_{INH} \cdot A_L \quad \text{onde,}$$

$D_{INH}$	Dose por inalação para um indivíduo de uma dada faixa etária (Sv/a)	
$R_A$	Taxa de inalação (m <sup>3</sup> /s).	
$(\chi/Q)$	Fatores de dispersão atmosférica, em $s/m^3$ , calculados com base nos dados obtidos da Torre A100 entre 01/01/2000 e 31/12/2001.	
$DF_{INH}$	Fator de dose equivalente efetiva por inalação para um indivíduo de uma dada faixa etária (Sv/Bq).	
$A_L$	Atividade total do nuclídeo liberada (Bq/a)	

### Ingestão de Alimentos Contaminados

A dose devida à ingestão de alimentos contaminados é dada por,

$$D_{ING} = DF_{ING}(U_L f_L C_L + U_G f_G C_G + U_F C_F + U_M C_M)$$

$D_{ING}$	Dose por ingestão para um indivíduo de uma dada faixa etária (Sv/a)	
$DF_{ING}$	Fator de dose equivalente efetiva por ingestão para um indivíduo de uma dada faixa etária (Sv/Bq).	
$U_L, U_G,$ $U_F, U_M$	Consumo anual de verduras, legumes, carne e leite, respectivamente (kg/a).	

$C_L, C_G,$ $C_F, C_M$	Concentração de Atividade de um nuclídeo em verduras, legumes, carne e leite, respectivamente (Bq/kg)
$f_L$	Fração da quantidade total de verduras consumida que é produzida no local de interesse $f_L = 1$
$f_G$	Fração da quantidade total de legumes frutas e grãos consumida que é produzida no local de interesse $f_G = 1$

A concentração de um nuclídeo na vegetação em um dado local é dada por:

$$C_V = \frac{A_L (D/Q)}{8760} \left\{ \frac{r[1 - e^{-\lambda_E t_E}]}{Y_V \lambda_E} + \frac{B_V [1 - e^{-\lambda t_b}]}{\lambda P} \right\} e^{-\lambda t_h} \quad \text{onde,}$$

$A_L$	Atividade total de um nuclídeo liberada. (Bq/a)
$C_V$	Concentração do nuclídeo na vegetação (Bq/kg)
(D/Q)	Fatores de deposição relativa, $1/m^2$ , calculados com base nos dados obtidos da Torre A100 entre 01/01/2000 e 31/12/2001. Conforme este modelo, para os isótopos de iodo, somente a fração elementar de 50% é depositada.
$r$	Fração da atividade depositada que é retida na vegetação. $r=1$ para iodo e 0.2 para o restante dos elementos
$\lambda_E$	Constante efetiva de remoção de atividade da superfície de vegetais em ( $h^{-1}$ ) $\lambda_E = \lambda + \lambda_w$
$\lambda$	Constante de decaimento do nuclídeo em questão ( $h^{-1}$ )
$\lambda_w$	Constante efetiva de remoção de atividade da superfície de vegetais por ação do clima $\lambda_w = 2.06E-03 h^{-1}$ (14 dias de meia vida).
$t_E$	Tempo de Exposição da vegetação durante o crescimento (h) $t_E = 30$ dias para a via de exposição vaca-leite-homem $t_E = 60$ dias para a via de exposição vegetação-homem
$Y_V$	Produtividade agrícola por unidade de área (peso úmido) $Y_E = 0.7 kg/m^2$ para a via grama-vaca-leite-homem $Y_E = 2.0 kg/m^2$ para vegetais
$B_V$	Coefficiente de transferência vegetação/solo para um dado elemento.
$t_b$	Período de acumulação de atividade no sedimento ou solo (h) $t_b=15a$
$P$	Densidade superficial efetiva do solo relativa a uma camada de arado de 15 cm (peso seco) $P = 240 kg/m^2$

$t_h$	Tempo decorrido entre a colheita e a ingestão (h)	
	ração animal	Zero para capim de pasto 90 dias para ração armazenada
	vegetais/homem	1 dia para verduras e indivíduo crítico. 60 dias para outros vegetais e indivíduo crítico 14 dias para a população em geral

No caso do trício,

$$C_V = \frac{f_{H3} f_{H2O} A_L (\chi/Q)}{3,15 \times 10^7 \cdot UA} \quad \text{onde,}$$

$f_{H3}$	Razão entre a concentração de H3 no conteúdo aquoso do vegetal e sua concentração na umidade do ar. ( $f_{H3}=0,5$ )
$f_{H2O}$	Razão entre a massa de água no vegetal e sua massa total ( $f_{H2O}=0,75$ )
$3,15 \times 10^7$	Número de segundos num ano (s/a)
UA	Umidade absoluta do ar no local de interesse ( $\text{kg/m}^3$ ) ( $UA=0,0163 \text{ kg/m}^3$ ) Obtido a partir dos valores médios de temperatura ( $22,2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) e umidade relativa (82,9) do local, constantes das Tabelas 2.3-12 e 2.3-14, respectivamente, do RFAS de Angra 2.

No caso do C14,

$$C_V = \frac{f_{C14} p A_L (\chi/Q)}{3,15 \times 10^7 C_C} \quad \text{onde,}$$

$f_{C14}$	Razão entre a massa de carbono natural no vegetal e sua massa total ( $f_{C14}=0,11$ )
p	Razão fracional de equilíbrio ( $p=1$ )
$C_C$	Concentração de carbono natural na atmosfera ( $\text{kg/m}^3$ ) ( $C_C=1,6 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$ )

A concentração de um radionuclídeo no leite é dada por:

$$C_M = F_M C_V Q_F e^{-\lambda t_F} \quad \text{onde,}$$

$C_M$	Concentração de um dado nuclídeo no leite (Bq/litro)
$C_V$	Concentração de um dado nuclídeo na ração animal (Bq/kg)

$F_M$	Fração média da quantidade ingerida de um dado nuclídeo na ração animal que aparece em cada litro de leite (dias/litro)
$Q_F$	Consumo de alimento pelo animal (kg/dia). $Q_F = 50$ kg/dia
$t_F$	Tempo médio de transporte da atividade: ração - leite - consumidor (h) $t_F = 2$ dias
$\lambda$	Constante de decaimento do nuclídeo em questão ( $h^{-1}$ )

A concentração de um radionuclídeo no alimento animal é dada por:

$$C_V = f_P f_S C_P + (1 - f_P) C_S + (1 - f_S) f_P C_S \quad \text{onde,}$$

$C_P$	Concentração de um dado nuclídeo no capim do pasto (Bq/kg)
$C_S$	Concentração de um dado nuclídeo na ração armazenada (Bq/kg)
$f_P$	Fração do ano durante a qual o animal pasta $f_P = 1$
$f_S$	Fração do consumo diário do animal que é capim de pasto $f_S = 1$

A concentração de um radionuclídeo na carne é dada por:

$$C_F = F_F C_V Q_F e^{-\lambda t_S} \quad \text{onde,}$$

$C_F$	Concentração de um dado nuclídeo na carne (Bq/kg)
$F_F$	Fração média da quantidade ingerida de um dado nuclídeo na ração animal que aparece em cada quilo de carne (dias/kg).
$t_S$	Tempo médio entre o abate e o consumo (h) $t_S = 20$ dias

## Liberações para o Mar

### Recreação na Praia

A dose em um indivíduo exposto à radiação de sedimentos na praia é dada por,

$$D_R = 3600 U_P K_C K_S A_L M_P W D F_R e^{-\lambda t_P} \frac{(1 - e^{-\lambda t_b})}{\lambda F} \quad \text{onde,}$$

$D_R$	Dose devida à exposição a sedimentos contaminados (Sv/a)
$U_P$	Tempo de exposição (h/a)
$K_C$	Constante de transferência água/sedimento $K_C = 7,2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg.h}$
$K_S$	Densidade superficial dos 2.5 cm superiores de sedimentos $K_S = 40 \text{ kg/m}^2$

$A_L$	Atividade total do nuclídeo liberada (Bq/a)
$M_P$	Fator de mistura $M_P = 1$
$W$	Fator geométrico de largura de praia $W = 0,5$
$DF_R$	Fator de dose equivalente efetiva para exposição ao solo contaminado (Sv.m <sup>2</sup> /Bq.s).
$t_p$	Tempo de trânsito entre o ponto de liberação e o de exposição (h) $t_p = 0$
$t_B$	Tempo de exposição do sedimento à água contaminada (h) $t_b = 15a$
$\lambda$	Constante de decaimento do nuclídeo (h <sup>-1</sup> )
$F$	Vazão anual ponderada de descarga de água de refrigeração principal para um dado nuclídeo (m <sup>3</sup> /ano)

### Ingestão de Produtos Marinhos

A dose resultante do consumo de produtos marinhos é dada por,

$$D_F = \frac{U_P M_P}{F} A_L B_P DF_{ING} e^{-\lambda t_p} \quad \text{onde,}$$

$D_F$	Dose devida a ingestão de alimento marinho contaminado (Sv/a)
$U_P$	Taxa de consumo de alimento marinho (kg/a)
$M_P$	Fator de mistura $M_P = 1$
$A_L$	Atividade total do nuclídeo liberada para o mar (Bq/a)
$B_P$	Fator de Bio-acumulação (Bq/kg)/(Bq/m <sup>3</sup> )
$\lambda$	Constante de decaimento do nuclídeo (h <sup>-1</sup> )
$DF_{ING}$	Fator de dose equivalente efetiva para ingestão (Sv/Bq)
$t_p$	Tempo de trânsito entre a liberação e o consumo (h) <span style="float: right;"><math>t_p = 0</math></span>

A vazão anual ponderada de descarga de água de refrigeração para um dado isótopo é obtida da média ponderada dos dados mensais de vazão e de atividade liberadas como mostrado abaixo:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{12} A_L^i}{\frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} \frac{A_L^i}{F_i}}$$

$F_i$	Quantidade de água de refrigeração principal liberada no mês $i$ ( $m^3$ )
$A_L^i$	Quantidade de atividade de um nuclídeo liberada no mês $i$ (Bq)
12	Número de meses por ano ( $ano^{-1}$ )

A título de ilustração, as concentrações de atividade de aerossóis em alimentos e no solo, estimadas mediante a utilização dos modelos de cálculo conservativos apresentados, são mostradas na Tabela 16 e Tabela 17 respectivamente. Os valores apresentados são os maiores valores incidentes num raio de 50 km a partir do centro do reator de Angra 3.

Da mesma forma a Tabela 18 mostra as concentrações de atividade em alimentos marinhos, estimadas através da aplicação de modelos de cálculo, considerando um fator de diluição da água de descarga igual a um.

A Tabela 20, Tabela 21 e Tabela 22 mostram as doses efetivas no grupo crítico resultantes da liberação de cada usina individualmente e a Tabela 23 apresenta as doses efetivas, também no grupo crítico, resultantes da operação das três usinas em conjunto.

Finalmente, a Tabela 24 mostra as dose no indivíduo do público resultante da operação das três usinas em conjunto bem como a dose coletiva num raio de 50 km do centro do reator de Angra 3. Esta dose coletiva foi calculada com base na distribuição populacional de 1996 obtida do Relatório Final de Análise de Segurança de Angra 2.

Em termos de dose efetiva no grupo crítico, a dose mais alta ocorrida foi de 0,1 mSv causada por Angra 2. A dose efetiva no grupo crítico devida a Angra 3 foi de 0,069 mSv. Estes valores são inferiores ao limite estabelecido pela CNEN para cada usina que é de 0,25 mSv/a.

A dose efetiva mais alta, resultante das três usinas em conjunto, foi de 0,157 mSv/a que, por sua vez, é inferior a três vezes o limite individual (0,75 mSv/a).

A dose coletiva mais alta, resultante da operação das três usinas em conjunto, foi de 0,297 pessoa.Sv/a. Esta dose deve ser comparada com o limite otimizado da CNEN, por usina, de 1 pessoa.Sv/a. Conservativamente, as doses coletivas foram calculadas supondo que toda a população em questão pertencia a cada uma das faixas etárias consideradas.

Finalmente, a dose média no indivíduo do público mais elevada foi de 2,23  $\mu$ Sv/a e o limite de otimização correspondente é de 10  $\mu$ Sv/a.

Como pode ser observado pelo exposto acima, todas as doses resultantes se situam bem abaixo dos limites estabelecidos pelas autoridades competentes.

Tabela 9 – Fatores de Uso

Via de Exposição	Faixa Etária			
	Primeira Infância	Criança	Adolescente	Adulto
<b>Indivíduo do Grupo Crítico</b>				
Vegetais (kg/a)	1,93E+01	2,18E+01	2,52E+01	3,03E+01
Verduras (kg/ano)	8,20E-01	8,30E-01	9,30E-01	1,30E+00
Carnes (kg/ano)	2,67E+00	2,94E+00	3,16E+00	3,58E+00
Leite (litros/ano)	6,66E+00	6,66E+00	5,74E+00	4,99E+00
Inalação (m <sup>3</sup> /ano)	1,40E+03	3,70E+03	8,00E+03	8,00E+03
Peixe (kg/ano)	1,14E+01	8,91E+00	1,30E+01	2,05E+01
Outros frutos do mar (kg/ano)	1,02E+00	1,82E+00	1,86E+00	3,24E+00
Recreação na Praia (horas/ano)	2,41E+02	1,99E+02	4,83E+02	2,41E+02
<b>Indivíduo do Público</b>				
Vegetais (kg/a)	6.50E+00	8.20E+00	9.46E+00	1.06E+01
Verduras (kg/ano)	2.12E-01	2.60E-01	3.26E-01	4.59E-01
Carnes (kg/ano)	7.69E-01	1.05E+00	1.21E+00	1.32E+00
Leite (litros/ano)	3.71E+00	2.62E+00	2.42E+00	2.12E+00
Inalação (m <sup>3</sup> /ano)	1,40E+03	3,70E+03	8,00E+03	8,00E+03
Peixe (kg/ano)	2.73E+00	2.43E+00	3.69E+00	5.57E+00
Outros frutos do mar (kg/ano)	3.99E-01	4.44E-01	5.77E-01	9.76E-01
Recreação na Praia (horas/ano)	5.80E+01	6.79E+01	1.38E+02	5.97E+01

Nota: Os valores das taxas de inalação foram obtidos da USNRC (1977a) e os demais foram obtidos da SCIENCE (2003).

Tabela 10 - Fatores de Dose para Gases Nobres.

Isótopo	Submersão Gama (Efetiva) (Sv/s)/(Bq/m <sup>3</sup> )	Beta na Pele (Equivalente) (Sv/s)/(Bq/m <sup>3</sup> )	Beta no Cristalino (Equivalente) (Sv/s)/(Bq/m <sup>3</sup> )
AR41	2,83E-14	2,70E-14	2,10E-16
KR85	3,27E-17	1,30E-14	0,00E+00
KR85M	1,74E-15	1,30E-14	0,00E+00
KR87	1,79E-14	8,40E-14	2,40E-14
KR88	4,83E-14	2,80E-14	6,40E-15
KR89	1,59E-13	0,00E+00	0,00E+00
XE131M	1,14E-15	3,80E-15	0,00E+00
XE133	4,34E-16	2,70E-15	0,00E+00
XE133M	2,05E-15	8,10E-15	0,00E+00
XE135	2,86E-15	1,70E-14	0,00E+00
XE135M	7,75E-15	5,70E-15	0,00E+00
XE137	2,10E-15	0,00E+00	0,00E+00
XE138	2,48E-14	4,00E-14	5,60E-15

Tabela 11 - Fatores de Dose Equivalente Efetiva para Inalação (Sv/Bq).

Isótopo	Faixa Etária			
	1ª Infância	Criança	Adolescente	Adulto
H3	4,60E-11	1,70E-11	1,40E-11	1,60E-11
C14	4,70E-11	1,40E-11	8,10E-12	6,40E-12
CR51	9,30E-10	1,70E-10	1,20E-10	9,00E-11
MN54	1,30E-08	4,00E-09	2,20E-09	1,80E-09
FE59	3,90E-08	1,40E-08	6,10E-09	4,00E-09

Isótopo	Faixa Etária			
	1ª Infância	Criança	Adolescente	Adulto
CO57	2,70E-08	5,90E-09	3,50E-09	2,50E-09
CO58	1,50E-08	5,20E-09	3,90E-09	2,90E-09
CO60	6,60E-08	1,00E-07	7,60E-08	5,90E-08
ZN65	6,50E-08	1,70E-08	7,70E-09	5,50E-09
SR89	8,00E-08	2,50E-08	1,70E-08	1,10E-08
SR90	3,50E-07	6,70E-07	1,00E-06	1,90E-06
ZR95	4,60E-08	1,50E-08	8,80E-09	6,50E-09
NB95	6,80E-08	2,90E-09	2,10E-09	1,60E-09
RU103	1,20E-08	2,80E-09	1,20E-09	8,20E-10
RU106	9,00E-07	2,80E-07	2,00E-07	1,30E-07
AG110M	2,10E-07	5,10E-08	2,90E-08	2,20E-08
SB122	1,00E-08	3,10E-09	2,00E-09	1,40E-09
SB124	5,30E-08	1,50E-08	9,90E-09	6,80E-09
SB125	2,70E-08	7,50E-09	4,80E-09	3,30E-09
TE123M	2,20E-08	6,30E-09	3,90E-09	2,90E-09
I131	6,60E-08	1,70E-08	1,10E-08	8,10E-09
I132	7,80E-10	2,10E-10	1,40E-10	9,70E-11
I133	1,40E-08	3,10E-09	2,00E-09	1,50E-09
I134	2,80E-10	7,70E-11	4,90E-11	3,50E-11
I135	2,70E-09	6,20E-10	4,30E-10	3,10E-10
CS134	7,30E-09	7,80E-09	1,10E-08	1,30E-08
CS137	6,40E-09	6,10E-09	8,60E-09	8,60E-09
BA140	8,20E-09	2,40E-09	1,30E-09	1,00E-09
LA140	8,69E-09	2,80E-09	1,80E-09	1,30E-09
CE141	1,70E-08	5,30E-09	3,60E-09	2,40E-09
CE144	7,00E-07	2,20E-07	1,50E-07	1,00E-07
NP239	4,70E-09	1,50E-09	9,10E-10	6,60E-10
PU238	3,70E-04	1,80E-04	1,40E-04	1,30E-04
PU239	4,00E-04	2,00E-04	1,60E-04	1,40E-04
PU240	4,00E-04	2,00E-04	1,60E-04	1,40E-04
AM241	4,10E-04	2,10E-04	1,60E-04	1,40E-04
CM242	3,40E-05	1,20E-05	6,60E-06	4,80E-06
CM244	2,80E-04	1,20E-04	8,50E-05	7,60E-05

Tabela 12 - Fatores de Dose Equivalente Efetiva para Ingestão (Sv/Bq).

Isótopo	Faixa Etária			
	1ª Infância	Criança	Adolescente	Adulto
H3	5,20E-11	2,10E-11	1,70E-11	1,60E-11
C14	4,20E-09	1,20E-09	7,20E-10	5,70E-10
CR51	1,20E-09	7,50E-11	5,10E-11	3,90E-11
MN54	4,70E-09	1,40E-09	7,70E-10	7,50E-10
FE59	1,30E-08	4,50E-09	2,20E-09	1,80E-09
CO57	2,50E-09	8,00E-10	4,30E-10	3,20E-10
CO58	9,90E-09	2,60E-09	1,30E-09	9,70E-10
CO60	8,40E-08	2,40E-08	9,80E-09	7,30E-09
ZN65	4,00E-08	1,60E-08	5,90E-09	3,90E-09
SR89	2,50E-08	6,80E-09	4,30E-09	2,50E-09
SR90	3,50E-08	4,00E-08	4,30E-08	1,10E-07
ZR95	5,80E-09	1,90E-09	1,30E-09	1,00E-09

Isótopo	Faixa Etária			
	1ª Infância	Criança	Adolescente	Adulto
NB95	1,40E-08	1,30E-09	7,70E-10	6,90E-10
RU103	3,50E-09	1,70E-09	9,30E-10	8,20E-10
RU106	5,80E-08	1,70E-08	9,60E-09	7,40E-09
AG110M	1,20E-08	4,50E-09	3,60E-09	2,90E-09
SB122	1,50E-08	4,40E-09	2,60E-09	2,00E-09
SB124	1,70E-08	5,20E-09	3,50E-09	2,70E-09
SB125	4,70E-09	1,50E-09	9,60E-10	7,60E-10
TE123M	1,20E-08	3,30E-09	1,90E-09	1,50E-09
I131	1,10E-07	2,80E-08	1,70E-08	1,30E-08
I132	1,40E-09	3,60E-10	2,30E-10	1,70E-10
I133	2,30E-08	5,80E-09	3,60E-09	2,60E-09
I134	4,60E-10	1,30E-10	8,80E-11	6,50E-11
I135	5,00E-09	1,20E-09	7,40E-10	5,60E-10
CS134	1,20E-08	1,20E-08	1,80E-08	2,00E-08
CS137	9,30E-09	9,30E-09	1,30E-08	1,40E-08
BA140	1,90E-08	5,70E-09	3,20E-09	2,50E-09
LA140	1,50E-08	5,00E-09	3,00E-09	2,30E-09
CE141	6,20E-09	1,80E-09	1,00E-09	7,80E-10
CE144	4,50E-08	1,30E-08	7,40E-09	5,90E-09
NP239	6,70E-09	1,90E-09	1,10E-09	8,80E-10
PU238	3,40E-07	1,60E-07	1,20E-07	1,10E-07
PU239	3,60E-07	1,70E-07	1,30E-07	1,20E-07
PU240	3,60E-07	1,70E-07	1,30E-07	1,20E-07
AM241	1,70E-06	8,60E-07	6,60E-07	5,90E-07
CM242	1,40E-07	4,80E-08	2,40E-08	1,90E-08
CM244	1,20E-06	4,90E-07	3,40E-07	3,10E-07

Tabela 13 - Fatores de Dose.

Isótopo	Submersão Gama (Efetiva) (Sv/s)/(Bq/m <sup>3</sup> )	Exposição ao Solo (Efetiva) (Sv/s)/(Bq/m <sup>2</sup> )	Beta na Pele (Equivalente) (Sv/s)/(Bq/m <sup>3</sup> )	Beta no Cristalino (Equivalente) (Sv/s)/(Bq/m <sup>3</sup> )
H3	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
C14	0,00E+00	0,00E+00	2,30E-16	0,00E+00
CR51	3,74E-16	3,10E-17	2,80E-18	0,00E+00
MN54	1,54E-14	8,00E-16	1,30E-17	0,00E+00
FE59	2,52E-14	1,10E-15	3,80E-15	2,50E-18
CO57	9,87E-16	1,10E-16	8,90E-17	0,00E+00
CO58	1,72E-14	9,30E-16	1,30E-15	0,00E+00
CO60	5,45E-14	2,30E-15	2,40E-15	3,20E-18
ZN65	1,20E-14	5,40E-16	7,40E-17	0,00E+00
SR89	1,74E-18	0,00E+00	3,50E-14	9,40E-16
SR90	0,00E+00	0,00E+00	8,90E-15	2,40E-18
ZR95	1,29E-14	1,40E-15	3,70E-15	0,00E+00
NB95	1,36E-14	7,30E-16	2,50E-16	0,00E+00
RU103	6,89E-15	4,60E-16	1,60E-15	0,00E+00
RU106	3,24E-15	1,90E-16	8,10E-14	2,20E-14
AG110M	5,20E-14	2,60E-15	3,30E-15	2,00E-16
SB122	6,97E-15	4,30E-16	3,40E-14	1,40E-15
SB124	3,76E-14	1,70E-15	2,20E-14	1,70E-15

Isótopo	Submersão Gama (Efetiva) (Sv/s)/(Bq/m <sup>3</sup> )	Exposição ao Solo (Efetiva) (Sv/s)/(Bq/m <sup>2</sup> )	Beta na Pele (Equivalente) (Sv/s)/(Bq/m <sup>3</sup> )	Beta no Cristalino (Equivalente) (Sv/s)/(Bq/m <sup>3</sup> )
SB125	6,54E-15	4,20E-16	2,80E-15	0,00E+00
TE123M	1,91E-15	1,40E-16	6,50E-16	0,00E+00
I131	5,08E-15	3,70E-16	8,30E-15	0,00E+00
I132	4,06E-14	2,10E-15	2,90E-14	1,20E-15
I133	9,69E-15	6,30E-16	2,30E-14	1,20E-16
I134	4,94E-14	2,40E-15	3,70E-14	2,10E-15
I135	3,40E-14	1,70E-15	2,00E-14	2,20E-16
CS134	2,68E-14	1,50E-15	7,40E-15	0,00E+00
CS137	1,09E-14	5,50E-16	9,70E-15	5,90E-18
BA140	2,66E-15	2,30E-15	1,50E-14	6,80E-18
LA140	5,05E-14	2,10E-15	3,20E-14	8,00E-16
CE141	7,57E-16	7,30E-17	5,90E-15	0,00E+00
CE144	1,99E-16	5,90E-17	1,80E-15	1,10E-15
NP239	2,06E-15	1,60E-16	6,50E-15	0,00E+00
PU238	3,96E-17	9,20E-19	0,00E+00	0,00E+00
PU239	1,92E-17	3,90E-19	0,00E+00	0,00E+00
PU240	4,29E-17	8,80E-19	0,00E+00	0,00E+00
AM241	3,35E-16	2,60E-17	0,00E+00	0,00E+00
CM242	3,55E-17	1,30E-18	0,00E+00	0,00E+00
CM244	3,01E-17	9,50E-19	0,00E+00	0,00E+00

Tabela 14 - Fatores de Transferência para Elementos Estáveis.

Elemento	B <sub>V</sub>	F <sub>M</sub>	F <sub>F</sub>
	Vegetal/Solo	Leite (d/l)	Carne (d/kg)
H	4,8E+00	1,0E-02	1,2E-02
C	5,5E+00	1,2E-02	3,1E-02
Cr	2,5E-04	2,2E-03	2,4E-03
Mn	2,9E-02	2,5E-04	8,0E-04
Fe	6,6E-04	1,2E-03	4,0E-02
Co	9,4E-03	1,0E-03	1,3E-02
Rb	1,3E-01	3,0E-02	3,1E-02
Sr	1,7E-02	8,0E-04	6,0E-04
Zr	1,7E-04	5,0E-06	3,4E-02
Nb	9,4E-03	2,5E-03	2,8E-01
Sb*	1,1E-02	1,5E-03	4,0E-03
I	2,0E-02	6,0E-03	2,9E-03
Cs	1,0E-02	1,2E-02	4,0E-03
Ce	2,5E-03	1,0E-04	1,2E-03
Np	2,5E-03	5,0E-06	2,0E-04
Pu*	2,5E-04	2,0E-06	1,4E-05
Cm*	2,5E-03	5,0E-06	2,0E-04

\*Valores correspondentes obtidos do *Bundesministerium des Innern* (1979).

Tabela 15 - Fatores de Bio-acumulação para Peixes de Água Salgada e Invertebrados (Bq/kg)/(Bq/m<sup>3</sup>).

Elemento	Peixe	Invertebrado
H	0,0009	0,00093
C	1,8	1,4
Cr	0,4	2
Mn	0,55	0,4
Fe	3	20
Co	0,1	1
Sr	0,002	0,02
Zr	0,2	0,08
Nb	30	0,1
Sb*	0,1	0,05
I	0,01	0,05
Cs	0,04	0,025
Ce	0,01	0,6
Np	0,01	0,01
Pu*	0,005	-
Cm*	0,025	-

\*Valores correspondentes obtidos do *Bundesministerium des Innern* (1979).

Tabela 16 - Concentrações de Atividade de Aerossóis nos Alimentos (Bq/kg).

Nuclídeo	Verduras	Legumes	Carne	Leite
Co58	1,99E-01	1,12E-01	2,63E-01	2,41E-02
Co60	3,42E-01	3,34E-01	5,03E-01	3,90E-02
Cs134	9,42E-02	8,92E-02	4,30E-02	1,31E-01
Cs137	2,58E-01	2,57E-01	1,14E-01	3,43E-01
Ce144	3,59E-02	3,11E-02	4,87E-03	4,24E-04
Sr90	1,09E-02	1,09E-02	7,03E-04	9,39E-04
Pu239	9,38E-05	9,38E-05	1,53E-07	2,19E-08
Pu240	9,38E-05	9,38E-05	1,53E-07	2,19E-08
I131	8,32E-01	5,16E-03	6,59E-02	6,43E-01
I133	6,55E-02	2,18E-22	6,90E-09	2,53E-02

 Tabela 17 - Concentrações de Atividade no Solo (Bq/m<sup>2</sup>).

Nuclídeo	Sedimentos
Co58	1,27E+01
Co60	4,15E+02
Cs134	5,34E+01
Cs137	5,73E+02
Ce144	8,09E+00
Sr90	2,28E+01
Pu239	2,71E-01
Pu240	2,71E-01
I131	2,87E+00
I132	3,10E-01

Tabela 18 - Concentrações de Atividade em Produtos Marinhos (Bq/kg).

Nuclídeo	Peixes	Invertebrados
Co58	2,81E+00	2,81E+01
Co60	2,96E+00	2,96E+01
Sr90	2,96E-03	2,96E-02
I131	1,48E-01	7,40E-01
Cs134	1,18E+00	7,40E-01
Cs137	1,78E+00	1,11E+00
H3	2,13E+01	2,20E+01

 Tabela 19 - Concentrações de Atividade em Sedimentos Marinhos (Bq/m<sup>2</sup>).

Nuclídeo	Sedimentos
Co58	1,98E+02
Co60	4,89E+03
Sr90	4,71E+02
I131	1,19E+01
Cs134	2,21E+03
Cs137	1,42E+04
H3	6,06E+06

Tabela 20 - Dose Efetiva no Grupo Crítico resultante de Angra 1.

Primeira Infância								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	1,49E-07	1,54E-07	1,68E-07	1,48E-07	1,43E-07	3,44E-07	5,78E-07	1,45E-07
2,50E+03	1,47E-07	1,50E-07	1,90E-07	2,04E-07	1,67E-07	1,67E-07	1,70E-07	2,61E-07
3,50E+03	1,45E-07	1,47E-07	1,67E-07	1,68E-07	1,51E-07	1,53E-07	1,57E-07	2,12E-07
4,50E+03	1,44E-07	1,45E-07	1,57E-07	1,48E-07	1,47E-07	1,47E-07	1,51E-07	1,89E-07
5,50E+03	1,44E-07	1,45E-07	1,51E-07	1,46E-07	1,46E-07	1,46E-07	1,46E-07	1,76E-07
6,50E+03	1,44E-07	1,49E-07	1,49E-07	1,45E-07	1,45E-07	1,45E-07	1,45E-07	1,47E-07
7,50E+03	1,44E-07	1,48E-07	1,47E-07	1,45E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,45E-07	1,46E-07
8,50E+03	1,43E-07	1,47E-07	1,46E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,45E-07
9,50E+03	1,43E-07	1,46E-07	1,46E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,45E-07
1,05E+04	1,43E-07	1,46E-07	1,45E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,44E-07
1,15E+04	1,43E-07	1,45E-07	1,45E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,44E-07	1,44E-07
1,25E+04	1,43E-07	1,45E-07	1,45E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,44E-07
1,35E+04	1,43E-07	1,45E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,44E-07
1,45E+04	1,43E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,44E-07
1,55E+04	1,43E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,44E-07
2,25E+04	1,43E-07							
2,75E+04	1,43E-07							
3,25E+04	1,43E-07							
3,75E+04	1,43E-07							
4,25E+04	1,43E-07							
4,75E+04	1,43E-07							

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,47E-07	1,46E-07	1,46E-07	1,47E-07
2,50E+03	1,47E-07	1,44E-07	1,46E-07	1,46E-07	1,45E-07	1,45E-07	1,45E-07	1,45E-07
3,50E+03	1,47E-07	1,44E-07	1,45E-07	1,45E-07	1,45E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,44E-07
4,50E+03	1,47E-07	1,45E-07	1,45E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,44E-07
5,50E+03	1,46E-07	1,46E-07	1,45E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,44E-07	1,44E-07
6,50E+03	1,65E-07	1,46E-07	1,45E-07	1,44E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,44E-07
7,50E+03	1,61E-07	1,46E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07
8,50E+03	1,58E-07	1,45E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07
9,50E+03	1,55E-07	1,45E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07
1,05E+04	1,53E-07	1,45E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07
1,15E+04	1,52E-07	1,45E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07
1,25E+04	1,51E-07	1,45E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07
1,35E+04	1,50E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07
1,45E+04	1,49E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07
1,55E+04	1,49E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07
2,25E+04	1,46E-07	1,44E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07	1,43E-07
2,75E+04	1,45E-07	1,43E-07						
3,25E+04	1,45E-07	1,43E-07						
3,75E+04	1,44E-07	1,43E-07						
4,25E+04	1,44E-07	1,43E-07						
4,75E+04	1,44E-07	1,43E-07						

Valor Máximo 5,78E-07

Setor SE  
Distância 1500m

Distância	Crianças							
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	7,11E-08	7,61E-08	8,86E-08	6,99E-08	6,54E-08	2,52E-07	4,68E-07	6,72E-08
2,50E+03	6,93E-08	7,18E-08	1,09E-07	1,21E-07	8,76E-08	8,84E-08	9,07E-08	1,74E-07
3,50E+03	6,78E-08	6,91E-08	8,75E-08	8,84E-08	7,34E-08	7,49E-08	7,84E-08	1,30E-07
4,50E+03	6,71E-08	6,78E-08	7,89E-08	7,03E-08	6,97E-08	6,95E-08	7,34E-08	1,08E-07
5,50E+03	6,66E-08	6,71E-08	7,29E-08	6,86E-08	6,82E-08	6,80E-08	6,85E-08	9,62E-08
6,50E+03	6,65E-08	7,14E-08	7,09E-08	6,77E-08	6,74E-08	6,73E-08	6,77E-08	6,90E-08
7,50E+03	6,63E-08	7,01E-08	6,97E-08	6,72E-08	6,69E-08	6,68E-08	6,72E-08	6,82E-08
8,50E+03	6,61E-08	6,92E-08	6,88E-08	6,68E-08	6,65E-08	6,65E-08	6,68E-08	6,77E-08
9,50E+03	6,60E-08	6,85E-08	6,82E-08	6,65E-08	6,63E-08	6,63E-08	6,66E-08	6,73E-08
1,05E+04	6,59E-08	6,80E-08	6,78E-08	6,63E-08	6,62E-08	6,61E-08	6,64E-08	6,70E-08
1,15E+04	6,58E-08	6,76E-08	6,74E-08	6,62E-08	6,60E-08	6,60E-08	6,62E-08	6,68E-08
1,25E+04	6,58E-08	6,73E-08	6,72E-08	6,61E-08	6,59E-08	6,59E-08	6,61E-08	6,66E-08
1,35E+04	6,57E-08	6,71E-08	6,69E-08	6,60E-08	6,59E-08	6,59E-08	6,60E-08	6,64E-08
1,45E+04	6,57E-08	6,69E-08	6,68E-08	6,59E-08	6,58E-08	6,58E-08	6,59E-08	6,63E-08
1,55E+04	6,56E-08	6,68E-08	6,66E-08	6,58E-08	6,58E-08	6,58E-08	6,59E-08	6,62E-08
2,25E+04	6,55E-08	6,61E-08	6,60E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,58E-08
2,75E+04	6,55E-08	6,59E-08	6,58E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,57E-08
3,25E+04	6,54E-08	6,58E-08	6,57E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,56E-08
3,75E+04	6,54E-08	6,57E-08	6,56E-08	6,55E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,55E-08	6,55E-08
4,25E+04	6,54E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,55E-08
4,75E+04	6,54E-08	6,56E-08	6,55E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,55E-08

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	6,59E-08	6,60E-08	6,58E-08	6,58E-08	6,95E-08	6,85E-08	6,88E-08	6,97E-08
2,50E+03	6,90E-08	6,62E-08	6,83E-08	6,81E-08	6,79E-08	6,73E-08	6,74E-08	6,79E-08
3,50E+03	6,92E-08	6,64E-08	6,73E-08	6,72E-08	6,71E-08	6,67E-08	6,68E-08	6,70E-08
4,50E+03	6,90E-08	6,79E-08	6,79E-08	6,67E-08	6,66E-08	6,63E-08	6,64E-08	6,65E-08
5,50E+03	6,87E-08	6,86E-08	6,77E-08	6,64E-08	6,63E-08	6,61E-08	6,61E-08	6,65E-08
6,50E+03	8,62E-08	6,83E-08	6,73E-08	6,62E-08	6,61E-08	6,60E-08	6,60E-08	6,62E-08
7,50E+03	8,21E-08	6,81E-08	6,69E-08	6,61E-08	6,60E-08	6,58E-08	6,59E-08	6,60E-08
8,50E+03	7,92E-08	6,78E-08	6,67E-08	6,59E-08	6,59E-08	6,58E-08	6,58E-08	6,59E-08
9,50E+03	7,71E-08	6,76E-08	6,65E-08	6,59E-08	6,58E-08	6,57E-08	6,57E-08	6,58E-08
1,05E+04	7,54E-08	6,74E-08	6,63E-08	6,58E-08	6,58E-08	6,56E-08	6,57E-08	6,58E-08
1,15E+04	7,41E-08	6,73E-08	6,62E-08	6,57E-08	6,57E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,57E-08
1,25E+04	7,31E-08	6,71E-08	6,61E-08	6,57E-08	6,57E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,57E-08
1,35E+04	7,22E-08	6,70E-08	6,60E-08	6,57E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,56E-08
1,45E+04	7,15E-08	6,69E-08	6,60E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,56E-08
1,55E+04	7,09E-08	6,68E-08	6,59E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,56E-08
2,25E+04	6,85E-08	6,63E-08	6,57E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,55E-08
2,75E+04	6,77E-08	6,61E-08	6,56E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08
3,25E+04	6,71E-08	6,60E-08	6,55E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08
3,75E+04	6,68E-08	6,59E-08	6,55E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08
4,25E+04	6,65E-08	6,58E-08	6,55E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08
4,75E+04	6,63E-08	6,58E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08

Valor Máximo 4,68E-07

Setor SE  
Distância 1500m

Adolescente								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	1,17E-07	1,22E-07	1,35E-07	1,16E-07	1,11E-07	3,06E-07	5,29E-07	1,13E-07
2,50E+03	1,15E-07	1,18E-07	1,56E-07	1,69E-07	1,34E-07	1,35E-07	1,37E-07	2,24E-07
3,50E+03	1,13E-07	1,15E-07	1,34E-07	1,35E-07	1,19E-07	1,21E-07	1,24E-07	1,78E-07
4,50E+03	1,13E-07	1,13E-07	1,25E-07	1,16E-07	1,15E-07	1,15E-07	1,19E-07	1,55E-07
5,50E+03	1,12E-07	1,13E-07	1,19E-07	1,14E-07	1,14E-07	1,14E-07	1,14E-07	1,43E-07
6,50E+03	1,12E-07	1,17E-07	1,17E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,15E-07
7,50E+03	1,12E-07	1,16E-07	1,15E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,13E-07	1,14E-07
8,50E+03	1,12E-07	1,15E-07	1,14E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,13E-07
9,50E+03	1,12E-07	1,14E-07	1,14E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,13E-07
1,05E+04	1,11E-07	1,14E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,13E-07
1,15E+04	1,11E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07
1,25E+04	1,11E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07
1,35E+04	1,11E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,12E-07	1,12E-07
1,45E+04	1,11E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,12E-07	1,12E-07
1,55E+04	1,11E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,12E-07
2,25E+04	1,11E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07
2,75E+04	1,11E-07							
3,25E+04	1,11E-07							
3,75E+04	1,11E-07							
4,25E+04	1,11E-07							
4,75E+04	1,11E-07							

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	1,11E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,15E-07	1,14E-07	1,14E-07	1,15E-07
2,50E+03	1,15E-07	1,12E-07	1,14E-07	1,14E-07	1,14E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,14E-07
3,50E+03	1,15E-07	1,12E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,13E-07
4,50E+03	1,15E-07	1,13E-07	1,14E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07
5,50E+03	1,14E-07	1,14E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07
6,50E+03	1,33E-07	1,14E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07
7,50E+03	1,28E-07	1,14E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,12E-07
8,50E+03	1,25E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07
9,50E+03	1,23E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07
1,05E+04	1,21E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07
1,15E+04	1,20E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07
1,25E+04	1,19E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07
1,35E+04	1,18E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07
1,45E+04	1,17E-07	1,13E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07
1,55E+04	1,17E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07
2,25E+04	1,14E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07
2,75E+04	1,13E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07
3,25E+04	1,13E-07	1,12E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07	1,11E-07
3,75E+04	1,12E-07	1,11E-07						
4,25E+04	1,12E-07	1,11E-07						
4,75E+04	1,12E-07	1,11E-07						

Valor Máximo 5,29E-07

Setor

SE

Distância

1500m

Adulto								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	7,10E-08	7,60E-08	8,85E-08	6,97E-08	6,53E-08	2,53E-07	4,68E-07	6,71E-08
2,50E+03	6,92E-08	7,17E-08	1,09E-07	1,21E-07	8,75E-08	8,83E-08	9,06E-08	1,74E-07
3,50E+03	6,77E-08	6,90E-08	8,74E-08	8,83E-08	7,33E-08	7,48E-08	7,83E-08	1,30E-07
4,50E+03	6,69E-08	6,77E-08	7,88E-08	7,02E-08	6,96E-08	6,93E-08	7,33E-08	1,08E-07
5,50E+03	6,65E-08	6,70E-08	7,28E-08	6,85E-08	6,81E-08	6,79E-08	6,84E-08	9,61E-08
6,50E+03	6,64E-08	7,12E-08	7,08E-08	6,76E-08	6,72E-08	6,72E-08	6,76E-08	6,88E-08
7,50E+03	6,62E-08	6,99E-08	6,96E-08	6,70E-08	6,68E-08	6,67E-08	6,71E-08	6,81E-08
8,50E+03	6,60E-08	6,91E-08	6,87E-08	6,67E-08	6,64E-08	6,64E-08	6,67E-08	6,76E-08
9,50E+03	6,59E-08	6,84E-08	6,81E-08	6,64E-08	6,62E-08	6,62E-08	6,64E-08	6,72E-08
1,05E+04	6,58E-08	6,79E-08	6,76E-08	6,62E-08	6,60E-08	6,60E-08	6,62E-08	6,69E-08
1,15E+04	6,57E-08	6,75E-08	6,73E-08	6,61E-08	6,59E-08	6,59E-08	6,61E-08	6,67E-08
1,25E+04	6,56E-08	6,72E-08	6,70E-08	6,60E-08	6,58E-08	6,58E-08	6,60E-08	6,65E-08
1,35E+04	6,56E-08	6,70E-08	6,68E-08	6,59E-08	6,58E-08	6,58E-08	6,59E-08	6,63E-08
1,45E+04	6,56E-08	6,68E-08	6,67E-08	6,58E-08	6,57E-08	6,57E-08	6,58E-08	6,62E-08
1,55E+04	6,55E-08	6,66E-08	6,65E-08	6,57E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,58E-08	6,61E-08
2,25E+04	6,54E-08	6,60E-08	6,59E-08	6,55E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,55E-08	6,57E-08
2,75E+04	6,53E-08	6,58E-08	6,57E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,56E-08
3,25E+04	6,53E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,54E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,54E-08	6,55E-08
3,75E+04	6,53E-08	6,56E-08	6,55E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,54E-08
4,25E+04	6,53E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,54E-08
4,75E+04	6,53E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,54E-08

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	6,58E-08	6,59E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,94E-08	6,84E-08	6,87E-08	6,96E-08
2,50E+03	6,89E-08	6,61E-08	6,82E-08	6,80E-08	6,78E-08	6,72E-08	6,73E-08	6,78E-08
3,50E+03	6,91E-08	6,63E-08	6,72E-08	6,71E-08	6,70E-08	6,66E-08	6,67E-08	6,69E-08
4,50E+03	6,89E-08	6,77E-08	6,78E-08	6,66E-08	6,65E-08	6,62E-08	6,63E-08	6,64E-08
5,50E+03	6,86E-08	6,85E-08	6,76E-08	6,63E-08	6,62E-08	6,60E-08	6,60E-08	6,63E-08
6,50E+03	8,61E-08	6,82E-08	6,72E-08	6,61E-08	6,60E-08	6,58E-08	6,59E-08	6,61E-08
7,50E+03	8,21E-08	6,79E-08	6,68E-08	6,59E-08	6,59E-08	6,57E-08	6,57E-08	6,59E-08
8,50E+03	7,92E-08	6,77E-08	6,66E-08	6,58E-08	6,58E-08	6,56E-08	6,57E-08	6,58E-08
9,50E+03	7,70E-08	6,75E-08	6,64E-08	6,57E-08	6,57E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,57E-08
1,05E+04	7,53E-08	6,73E-08	6,62E-08	6,57E-08	6,56E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,57E-08
1,15E+04	7,40E-08	6,72E-08	6,61E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,56E-08
1,25E+04	7,30E-08	6,70E-08	6,60E-08	6,56E-08	6,56E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,56E-08
1,35E+04	7,21E-08	6,69E-08	6,59E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,55E-08
1,45E+04	7,14E-08	6,68E-08	6,59E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,55E-08
1,55E+04	7,08E-08	6,67E-08	6,58E-08	6,55E-08	6,55E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,55E-08
2,25E+04	6,84E-08	6,62E-08	6,56E-08	6,54E-08	6,54E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,54E-08
2,75E+04	6,76E-08	6,60E-08	6,55E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08
3,25E+04	6,70E-08	6,59E-08	6,54E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08
3,75E+04	6,67E-08	6,58E-08	6,54E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08
4,25E+04	6,64E-08	6,57E-08	6,54E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08
4,75E+04	6,62E-08	6,57E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08	6,53E-08

Valor Máximo 4,68E-07

Setor SE

Distância 1500m

Tabela 21 - Dose Efetiva no Grupo Crítico resultante de Angra 2.

Primeira Infância								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	2,72E-05	3,10E-05	4,04E-05	2,69E-05	1,84E-05	1,84E-05	1,74E-05	1,74E-05
2,50E+03	2,15E-05	2,55E-05	4,37E-05	9,31E-05	6,03E-05	2,19E-05	1,78E-05	1,72E-05
3,50E+03	1,96E-05	2,15E-05	2,95E-05	4,81E-05	3,50E-05	1,93E-05	1,75E-05	1,71E-05
4,50E+03	1,88E-05	1,99E-05	3,03E-05	3,46E-05	2,72E-05	2,07E-05	1,74E-05	1,71E-05
5,50E+03	1,83E-05	2,13E-05	2,58E-05	2,84E-05	2,36E-05	1,95E-05	1,78E-05	1,71E-05
6,50E+03	1,83E-05	2,02E-05	2,34E-05	2,51E-05	2,17E-05	1,88E-05	1,76E-05	1,73E-05
7,50E+03	1,81E-05	1,95E-05	2,18E-05	2,31E-05	2,06E-05	1,84E-05	1,75E-05	1,72E-05
8,50E+03	1,79E-05	1,90E-05	2,08E-05	2,18E-05	1,98E-05	1,81E-05	1,74E-05	1,72E-05
9,50E+03	1,77E-05	1,86E-05	2,01E-05	2,09E-05	1,93E-05	1,79E-05	1,73E-05	1,72E-05
1,05E+04	1,76E-05	1,84E-05	1,96E-05	2,02E-05	1,89E-05	1,78E-05	1,73E-05	1,72E-05
1,15E+04	1,75E-05	1,82E-05	1,92E-05	1,98E-05	1,86E-05	1,77E-05	1,73E-05	1,72E-05
1,25E+04	1,75E-05	1,80E-05	1,89E-05	1,94E-05	1,84E-05	1,76E-05	1,72E-05	1,72E-05
1,35E+04	1,74E-05	1,79E-05	1,87E-05	1,91E-05	1,83E-05	1,75E-05	1,72E-05	1,72E-05
1,45E+04	1,74E-05	1,78E-05	1,85E-05	1,89E-05	1,81E-05	1,75E-05	1,72E-05	1,71E-05
1,55E+04	1,74E-05	1,77E-05	1,84E-05	1,87E-05	1,80E-05	1,74E-05	1,72E-05	1,71E-05
2,25E+04	1,72E-05	1,74E-05	1,77E-05	1,79E-05	1,76E-05	1,73E-05	1,71E-05	1,71E-05
2,75E+04	1,72E-05	1,73E-05	1,75E-05	1,77E-05	1,74E-05	1,72E-05	1,71E-05	1,71E-05
3,25E+04	1,71E-05	1,72E-05	1,74E-05	1,75E-05	1,73E-05	1,72E-05	1,71E-05	1,71E-05
3,75E+04	1,71E-05	1,72E-05	1,73E-05	1,74E-05	1,73E-05	1,71E-05	1,71E-05	1,71E-05
4,25E+04	1,71E-05	1,72E-05	1,73E-05	1,73E-05	1,72E-05	1,71E-05	1,71E-05	1,71E-05
4,75E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,72E-05	1,73E-05	1,72E-05	1,71E-05	1,71E-05	1,71E-05

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	1,73E-05	1,75E-05	1,76E-05	1,78E-05	2,46E-05	2,47E-05	2,49E-05	2,44E-05
2,50E+03	1,72E-05	1,73E-05	1,73E-05	2,50E-05	2,28E-05	2,11E-05	2,15E-05	2,11E-05
3,50E+03	1,72E-05	1,72E-05	1,72E-05	2,24E-05	2,10E-05	1,97E-05	2,00E-05	1,96E-05
4,50E+03	1,72E-05	1,72E-05	1,73E-05	2,09E-05	1,99E-05	1,90E-05	1,86E-05	1,88E-05
5,50E+03	1,71E-05	1,72E-05	1,75E-05	2,00E-05	1,92E-05	1,85E-05	1,82E-05	1,81E-05
6,50E+03	1,71E-05	1,72E-05	1,76E-05	1,93E-05	1,87E-05	1,82E-05	1,80E-05	1,79E-05
7,50E+03	1,71E-05	1,72E-05	1,76E-05	1,89E-05	1,84E-05	1,80E-05	1,78E-05	1,77E-05
8,50E+03	1,71E-05	1,72E-05	1,75E-05	1,86E-05	1,82E-05	1,78E-05	1,77E-05	1,76E-05
9,50E+03	1,71E-05	1,71E-05	1,75E-05	1,84E-05	1,80E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,75E-05
1,05E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,75E-05	1,82E-05	1,79E-05	1,76E-05	1,75E-05	1,74E-05
1,15E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,74E-05	1,81E-05	1,78E-05	1,75E-05	1,74E-05	1,74E-05
1,25E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,74E-05	1,79E-05	1,77E-05	1,75E-05	1,74E-05	1,73E-05
1,35E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,74E-05	1,78E-05	1,76E-05	1,74E-05	1,73E-05	1,73E-05
1,45E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,74E-05	1,78E-05	1,76E-05	1,74E-05	1,73E-05	1,73E-05
1,55E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,74E-05	1,77E-05	1,75E-05	1,74E-05	1,73E-05	1,73E-05
2,25E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,73E-05	1,74E-05	1,73E-05	1,72E-05	1,72E-05	1,72E-05
2,75E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,72E-05	1,73E-05	1,72E-05	1,72E-05	1,71E-05	1,71E-05
3,25E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,72E-05	1,73E-05	1,72E-05	1,71E-05	1,71E-05	1,71E-05
3,75E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,72E-05	1,72E-05	1,72E-05	1,71E-05	1,71E-05	1,71E-05
4,25E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,71E-05	1,72E-05	1,71E-05	1,71E-05	1,71E-05	1,71E-05
4,75E+04	1,71E-05	1,71E-05	1,71E-05	1,72E-05	1,71E-05	1,71E-05	1,71E-05	1,71E-05

**Valor Máximo 9,31E-05**

**Setor**

**ENE**

**Distância**

**2500m**

<b>Criança</b>								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	2,11E-05	2,50E-05	3,43E-05	2,05E-05	1,21E-05	1,22E-05	1,11E-05	1,12E-05
2,50E+03	1,53E-05	1,94E-05	3,76E-05	8,78E-05	5,46E-05	1,57E-05	1,15E-05	1,10E-05
3,50E+03	1,34E-05	1,54E-05	2,34E-05	4,23E-05	2,90E-05	1,31E-05	1,13E-05	1,09E-05
4,50E+03	1,26E-05	1,37E-05	2,42E-05	2,86E-05	2,11E-05	1,45E-05	1,12E-05	1,09E-05
5,50E+03	1,21E-05	1,51E-05	1,97E-05	2,24E-05	1,75E-05	1,33E-05	1,16E-05	1,09E-05
6,50E+03	1,21E-05	1,40E-05	1,72E-05	1,90E-05	1,56E-05	1,26E-05	1,14E-05	1,10E-05
7,50E+03	1,18E-05	1,33E-05	1,56E-05	1,70E-05	1,44E-05	1,22E-05	1,13E-05	1,10E-05
8,50E+03	1,16E-05	1,28E-05	1,46E-05	1,57E-05	1,36E-05	1,19E-05	1,12E-05	1,10E-05
9,50E+03	1,15E-05	1,24E-05	1,39E-05	1,47E-05	1,31E-05	1,17E-05	1,11E-05	1,10E-05
1,05E+04	1,14E-05	1,22E-05	1,34E-05	1,41E-05	1,27E-05	1,16E-05	1,11E-05	1,10E-05
1,15E+04	1,13E-05	1,20E-05	1,30E-05	1,36E-05	1,24E-05	1,14E-05	1,10E-05	1,09E-05
1,25E+04	1,12E-05	1,18E-05	1,27E-05	1,32E-05	1,22E-05	1,14E-05	1,10E-05	1,09E-05
1,35E+04	1,12E-05	1,17E-05	1,25E-05	1,29E-05	1,20E-05	1,13E-05	1,10E-05	1,09E-05
1,45E+04	1,12E-05	1,16E-05	1,23E-05	1,27E-05	1,19E-05	1,12E-05	1,10E-05	1,09E-05
1,55E+04	1,11E-05	1,15E-05	1,21E-05	1,25E-05	1,18E-05	1,12E-05	1,09E-05	1,09E-05
2,25E+04	1,10E-05	1,12E-05	1,15E-05	1,17E-05	1,13E-05	1,10E-05	1,09E-05	1,09E-05
2,75E+04	1,09E-05	1,11E-05	1,13E-05	1,14E-05	1,12E-05	1,10E-05	1,09E-05	1,09E-05
3,25E+04	1,09E-05	1,10E-05	1,12E-05	1,13E-05	1,11E-05	1,09E-05	1,08E-05	1,08E-05
3,75E+04	1,09E-05	1,10E-05	1,11E-05	1,12E-05	1,10E-05	1,09E-05	1,08E-05	1,08E-05
4,25E+04	1,09E-05	1,09E-05	1,10E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,09E-05	1,08E-05	1,08E-05
4,75E+04	1,09E-05	1,09E-05	1,10E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,09E-05	1,08E-05	1,08E-05

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	1,11E-05	1,12E-05	1,13E-05	1,15E-05	1,85E-05	1,86E-05	1,88E-05	1,83E-05
2,50E+03	1,10E-05	1,11E-05	1,11E-05	1,89E-05	1,67E-05	1,49E-05	1,54E-05	1,49E-05
3,50E+03	1,09E-05	1,10E-05	1,10E-05	1,62E-05	1,48E-05	1,36E-05	1,38E-05	1,34E-05
4,50E+03	1,09E-05	1,09E-05	1,10E-05	1,47E-05	1,37E-05	1,28E-05	1,24E-05	1,26E-05
5,50E+03	1,09E-05	1,10E-05	1,13E-05	1,38E-05	1,30E-05	1,23E-05	1,20E-05	1,19E-05
6,50E+03	1,09E-05	1,09E-05	1,14E-05	1,31E-05	1,25E-05	1,20E-05	1,17E-05	1,17E-05
7,50E+03	1,09E-05	1,09E-05	1,14E-05	1,27E-05	1,22E-05	1,18E-05	1,16E-05	1,15E-05
8,50E+03	1,08E-05	1,09E-05	1,13E-05	1,24E-05	1,20E-05	1,16E-05	1,14E-05	1,14E-05
9,50E+03	1,08E-05	1,09E-05	1,13E-05	1,22E-05	1,18E-05	1,15E-05	1,13E-05	1,13E-05
1,05E+04	1,08E-05	1,09E-05	1,13E-05	1,20E-05	1,17E-05	1,14E-05	1,13E-05	1,12E-05
1,15E+04	1,08E-05	1,09E-05	1,12E-05	1,18E-05	1,16E-05	1,13E-05	1,12E-05	1,12E-05
1,25E+04	1,08E-05	1,09E-05	1,12E-05	1,17E-05	1,15E-05	1,13E-05	1,12E-05	1,11E-05
1,35E+04	1,08E-05	1,09E-05	1,12E-05	1,16E-05	1,14E-05	1,12E-05	1,11E-05	1,11E-05
1,45E+04	1,08E-05	1,09E-05	1,12E-05	1,15E-05	1,14E-05	1,12E-05	1,11E-05	1,10E-05
1,55E+04	1,08E-05	1,09E-05	1,11E-05	1,15E-05	1,13E-05	1,11E-05	1,11E-05	1,10E-05
2,25E+04	1,08E-05	1,09E-05	1,10E-05	1,12E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,10E-05	1,09E-05
2,75E+04	1,08E-05	1,08E-05	1,10E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,09E-05	1,09E-05	1,09E-05
3,25E+04	1,08E-05	1,08E-05	1,09E-05	1,10E-05	1,10E-05	1,09E-05	1,09E-05	1,09E-05
3,75E+04	1,08E-05	1,08E-05	1,09E-05	1,10E-05	1,09E-05	1,09E-05	1,09E-05	1,09E-05
4,25E+04	1,08E-05	1,08E-05	1,09E-05	1,09E-05	1,09E-05	1,09E-05	1,09E-05	1,09E-05
4,75E+04	1,08E-05	1,08E-05	1,09E-05	1,09E-05	1,09E-05	1,09E-05	1,09E-05	1,08E-05

**Valor Máximo 8,78E-05**

**Setor**

**ENE**

**Distância**

**2500m**

Adolescente								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	3,23E-05	3,64E-05	4,57E-05	3,12E-05	2,28E-05	2,29E-05	2,18E-05	2,19E-05
2,50E+03	2,62E-05	3,05E-05	4,92E-05	1,02E-04	6,71E-05	2,66E-05	2,23E-05	2,16E-05
3,50E+03	2,43E-05	2,63E-05	3,45E-05	5,43E-05	4,05E-05	2,39E-05	2,20E-05	2,16E-05
4,50E+03	2,33E-05	2,45E-05	3,53E-05	4,00E-05	3,22E-05	2,54E-05	2,19E-05	2,16E-05
5,50E+03	2,28E-05	2,60E-05	3,06E-05	3,36E-05	2,85E-05	2,41E-05	2,23E-05	2,15E-05
6,50E+03	2,29E-05	2,48E-05	2,81E-05	3,01E-05	2,65E-05	2,34E-05	2,21E-05	2,17E-05
7,50E+03	2,26E-05	2,40E-05	2,65E-05	2,80E-05	2,53E-05	2,29E-05	2,20E-05	2,17E-05
8,50E+03	2,24E-05	2,35E-05	2,54E-05	2,66E-05	2,44E-05	2,26E-05	2,19E-05	2,17E-05
9,50E+03	2,22E-05	2,31E-05	2,47E-05	2,56E-05	2,39E-05	2,24E-05	2,18E-05	2,17E-05
1,05E+04	2,21E-05	2,29E-05	2,41E-05	2,49E-05	2,35E-05	2,23E-05	2,18E-05	2,16E-05
1,15E+04	2,20E-05	2,27E-05	2,37E-05	2,44E-05	2,32E-05	2,22E-05	2,17E-05	2,16E-05
1,25E+04	2,19E-05	2,25E-05	2,34E-05	2,40E-05	2,30E-05	2,21E-05	2,17E-05	2,16E-05
1,35E+04	2,19E-05	2,24E-05	2,32E-05	2,37E-05	2,28E-05	2,20E-05	2,17E-05	2,16E-05
1,45E+04	2,18E-05	2,23E-05	2,30E-05	2,34E-05	2,26E-05	2,19E-05	2,16E-05	2,16E-05
1,55E+04	2,18E-05	2,22E-05	2,29E-05	2,32E-05	2,25E-05	2,19E-05	2,16E-05	2,16E-05
2,25E+04	2,17E-05	2,19E-05	2,22E-05	2,24E-05	2,20E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,15E-05
2,75E+04	2,16E-05	2,18E-05	2,20E-05	2,22E-05	2,19E-05	2,16E-05	2,15E-05	2,15E-05
3,25E+04	2,16E-05	2,17E-05	2,19E-05	2,20E-05	2,18E-05	2,16E-05	2,15E-05	2,15E-05
3,75E+04	2,16E-05	2,16E-05	2,18E-05	2,19E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,15E-05	2,15E-05
4,25E+04	2,15E-05	2,16E-05	2,17E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,15E-05	2,15E-05
4,75E+04	2,15E-05	2,16E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,15E-05	2,15E-05	2,15E-05

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	2,18E-05	2,19E-05	2,20E-05	2,22E-05	2,96E-05	2,97E-05	2,99E-05	2,93E-05
2,50E+03	2,17E-05	2,18E-05	2,17E-05	3,00E-05	2,77E-05	2,58E-05	2,63E-05	2,58E-05
3,50E+03	2,16E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,72E-05	2,57E-05	2,44E-05	2,47E-05	2,42E-05
4,50E+03	2,16E-05	2,16E-05	2,17E-05	2,56E-05	2,45E-05	2,36E-05	2,32E-05	2,34E-05
5,50E+03	2,15E-05	2,16E-05	2,20E-05	2,46E-05	2,38E-05	2,31E-05	2,27E-05	2,26E-05
6,50E+03	2,15E-05	2,16E-05	2,21E-05	2,39E-05	2,33E-05	2,27E-05	2,25E-05	2,24E-05
7,50E+03	2,15E-05	2,16E-05	2,21E-05	2,35E-05	2,30E-05	2,25E-05	2,23E-05	2,22E-05
8,50E+03	2,15E-05	2,16E-05	2,20E-05	2,32E-05	2,27E-05	2,23E-05	2,21E-05	2,21E-05
9,50E+03	2,15E-05	2,16E-05	2,20E-05	2,29E-05	2,25E-05	2,22E-05	2,20E-05	2,20E-05
1,05E+04	2,15E-05	2,16E-05	2,20E-05	2,27E-05	2,24E-05	2,21E-05	2,20E-05	2,19E-05
1,15E+04	2,15E-05	2,16E-05	2,19E-05	2,26E-05	2,23E-05	2,20E-05	2,19E-05	2,18E-05
1,25E+04	2,15E-05	2,16E-05	2,19E-05	2,24E-05	2,22E-05	2,20E-05	2,19E-05	2,18E-05
1,35E+04	2,15E-05	2,16E-05	2,19E-05	2,23E-05	2,21E-05	2,19E-05	2,18E-05	2,18E-05
1,45E+04	2,15E-05	2,16E-05	2,18E-05	2,23E-05	2,21E-05	2,19E-05	2,18E-05	2,17E-05
1,55E+04	2,15E-05	2,15E-05	2,18E-05	2,22E-05	2,20E-05	2,18E-05	2,18E-05	2,17E-05
2,25E+04	2,15E-05	2,15E-05	2,17E-05	2,19E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,16E-05
2,75E+04	2,15E-05	2,15E-05	2,17E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,16E-05	2,16E-05
3,25E+04	2,15E-05	2,15E-05	2,16E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,16E-05	2,16E-05
3,75E+04	2,15E-05	2,15E-05	2,16E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,16E-05	2,16E-05	2,15E-05
4,25E+04	2,15E-05	2,15E-05	2,16E-05	2,16E-05	2,16E-05	2,16E-05	2,15E-05	2,15E-05
4,75E+04	2,15E-05	2,15E-05	2,16E-05	2,16E-05	2,16E-05	2,15E-05	2,15E-05	2,15E-05

**Valor Máximo 1,02E-04**

**Setor**

**ENE**

**Distância**

**2500m**

<b>Adulto</b>								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	2,32E-05	2,72E-05	3,66E-05	2,21E-05	1,37E-05	1,38E-05	1,27E-05	1,28E-05
2,50E+03	1,71E-05	2,13E-05	4,00E-05	9,24E-05	5,78E-05	1,74E-05	1,32E-05	1,25E-05
3,50E+03	1,51E-05	1,71E-05	2,53E-05	4,51E-05	3,13E-05	1,48E-05	1,29E-05	1,25E-05
4,50E+03	1,42E-05	1,54E-05	2,61E-05	3,09E-05	2,30E-05	1,62E-05	1,28E-05	1,25E-05
5,50E+03	1,37E-05	1,69E-05	2,15E-05	2,44E-05	1,93E-05	1,50E-05	1,32E-05	1,24E-05
6,50E+03	1,38E-05	1,57E-05	1,90E-05	2,09E-05	1,74E-05	1,43E-05	1,30E-05	1,26E-05
7,50E+03	1,35E-05	1,49E-05	1,74E-05	1,88E-05	1,61E-05	1,38E-05	1,29E-05	1,26E-05
8,50E+03	1,33E-05	1,44E-05	1,63E-05	1,74E-05	1,53E-05	1,35E-05	1,28E-05	1,26E-05
9,50E+03	1,31E-05	1,40E-05	1,56E-05	1,65E-05	1,48E-05	1,33E-05	1,27E-05	1,26E-05
1,05E+04	1,30E-05	1,38E-05	1,50E-05	1,58E-05	1,44E-05	1,32E-05	1,27E-05	1,25E-05
1,15E+04	1,29E-05	1,36E-05	1,46E-05	1,53E-05	1,41E-05	1,31E-05	1,26E-05	1,25E-05
1,25E+04	1,28E-05	1,34E-05	1,43E-05	1,49E-05	1,39E-05	1,30E-05	1,26E-05	1,25E-05
1,35E+04	1,28E-05	1,33E-05	1,41E-05	1,46E-05	1,37E-05	1,29E-05	1,26E-05	1,25E-05
1,45E+04	1,28E-05	1,32E-05	1,39E-05	1,43E-05	1,35E-05	1,28E-05	1,25E-05	1,25E-05
1,55E+04	1,27E-05	1,31E-05	1,38E-05	1,41E-05	1,34E-05	1,28E-05	1,25E-05	1,25E-05
2,25E+04	1,26E-05	1,28E-05	1,31E-05	1,33E-05	1,29E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,25E-05
2,75E+04	1,25E-05	1,27E-05	1,29E-05	1,31E-05	1,28E-05	1,25E-05	1,24E-05	1,24E-05
3,25E+04	1,25E-05	1,26E-05	1,28E-05	1,29E-05	1,27E-05	1,25E-05	1,24E-05	1,24E-05
3,75E+04	1,25E-05	1,26E-05	1,27E-05	1,28E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,24E-05	1,24E-05
4,25E+04	1,25E-05	1,25E-05	1,26E-05	1,27E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,24E-05	1,24E-05
4,75E+04	1,24E-05	1,25E-05	1,26E-05	1,27E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,24E-05	1,24E-05

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	1,27E-05	1,28E-05	1,29E-05	1,31E-05	2,04E-05	2,05E-05	2,08E-05	2,02E-05
2,50E+03	1,26E-05	1,27E-05	1,26E-05	2,08E-05	1,85E-05	1,67E-05	1,72E-05	1,67E-05
3,50E+03	1,25E-05	1,26E-05	1,26E-05	1,80E-05	1,66E-05	1,53E-05	1,55E-05	1,51E-05
4,50E+03	1,25E-05	1,25E-05	1,26E-05	1,64E-05	1,54E-05	1,45E-05	1,41E-05	1,43E-05
5,50E+03	1,24E-05	1,26E-05	1,29E-05	1,55E-05	1,47E-05	1,40E-05	1,36E-05	1,35E-05
6,50E+03	1,24E-05	1,25E-05	1,30E-05	1,48E-05	1,42E-05	1,36E-05	1,34E-05	1,33E-05
7,50E+03	1,24E-05	1,25E-05	1,30E-05	1,44E-05	1,39E-05	1,34E-05	1,32E-05	1,31E-05
8,50E+03	1,24E-05	1,25E-05	1,29E-05	1,40E-05	1,36E-05	1,32E-05	1,30E-05	1,30E-05
9,50E+03	1,24E-05	1,25E-05	1,29E-05	1,38E-05	1,34E-05	1,31E-05	1,29E-05	1,29E-05
1,05E+04	1,24E-05	1,25E-05	1,29E-05	1,36E-05	1,33E-05	1,30E-05	1,29E-05	1,28E-05
1,15E+04	1,24E-05	1,25E-05	1,28E-05	1,35E-05	1,32E-05	1,29E-05	1,28E-05	1,28E-05
1,25E+04	1,24E-05	1,25E-05	1,28E-05	1,33E-05	1,31E-05	1,29E-05	1,28E-05	1,27E-05
1,35E+04	1,24E-05	1,25E-05	1,28E-05	1,32E-05	1,30E-05	1,28E-05	1,27E-05	1,27E-05
1,45E+04	1,24E-05	1,25E-05	1,27E-05	1,32E-05	1,30E-05	1,28E-05	1,27E-05	1,26E-05
1,55E+04	1,24E-05	1,25E-05	1,27E-05	1,31E-05	1,29E-05	1,27E-05	1,27E-05	1,26E-05
2,25E+04	1,24E-05	1,24E-05	1,26E-05	1,28E-05	1,27E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,25E-05
2,75E+04	1,24E-05	1,24E-05	1,26E-05	1,27E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05
3,25E+04	1,24E-05	1,24E-05	1,25E-05	1,26E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05
3,75E+04	1,24E-05	1,24E-05	1,25E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,24E-05
4,25E+04	1,24E-05	1,24E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,24E-05	1,24E-05
4,75E+04	1,24E-05	1,24E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,24E-05	1,24E-05	1,24E-05

Valor Máximo 9,24E-05

Setor

ENE

Distância

2500m

Tabela 22 - Dose Efetiva no Grupo Crítico resultante de Angra3.

Primeira Infância								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	3,88E-05	6,27E-05	2,26E-05	2,00E-05	1,87E-05	1,96E-05	1,78E-05	1,77E-05
2,50E+03	2,50E-05	3,45E-05	4,73E-05	4,95E-05	3,46E-05	2,38E-05	1,77E-05	1,76E-05
3,50E+03	2,16E-05	2,65E-05	3,37E-05	3,56E-05	2,74E-05	2,12E-05	1,79E-05	1,76E-05
4,50E+03	2,01E-05	2,32E-05	2,78E-05	2,94E-05	2,41E-05	2,00E-05	1,78E-05	1,76E-05
5,50E+03	1,93E-05	2,14E-05	2,47E-05	2,59E-05	2,22E-05	1,93E-05	1,78E-05	1,76E-05
6,50E+03	1,88E-05	2,04E-05	2,29E-05	2,38E-05	2,11E-05	1,89E-05	1,77E-05	1,75E-05
7,50E+03	1,85E-05	1,98E-05	2,17E-05	2,25E-05	2,03E-05	1,86E-05	1,77E-05	1,75E-05
8,50E+03	1,83E-05	1,93E-05	2,09E-05	2,15E-05	1,98E-05	1,84E-05	1,77E-05	1,75E-05
9,50E+03	1,82E-05	1,90E-05	2,03E-05	2,09E-05	1,94E-05	1,83E-05	1,77E-05	1,75E-05
1,05E+04	1,81E-05	1,88E-05	1,98E-05	2,04E-05	1,91E-05	1,82E-05	1,77E-05	1,75E-05
1,15E+04	1,80E-05	1,86E-05	1,95E-05	2,00E-05	1,89E-05	1,81E-05	1,76E-05	1,75E-05
1,25E+04	1,79E-05	1,84E-05	1,92E-05	1,97E-05	1,88E-05	1,80E-05	1,76E-05	1,75E-05
1,35E+04	1,79E-05	1,83E-05	1,90E-05	1,94E-05	1,86E-05	1,79E-05	1,76E-05	1,75E-05
1,45E+04	1,78E-05	1,82E-05	1,89E-05	1,92E-05	1,85E-05	1,79E-05	1,76E-05	1,75E-05
1,55E+04	1,78E-05	1,82E-05	1,87E-05	1,90E-05	1,84E-05	1,79E-05	1,76E-05	1,75E-05
2,25E+04	1,77E-05	1,79E-05	1,82E-05	1,84E-05	1,80E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,75E-05
2,75E+04	1,76E-05	1,78E-05	1,80E-05	1,81E-05	1,79E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,75E-05
3,25E+04	1,76E-05	1,77E-05	1,79E-05	1,80E-05	1,78E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,75E-05
3,75E+04	1,76E-05	1,77E-05	1,78E-05	1,79E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,75E-05	1,75E-05
4,25E+04	1,76E-05	1,76E-05	1,77E-05	1,78E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,75E-05	1,75E-05
4,75E+04	1,76E-05	1,76E-05	1,77E-05	1,78E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,75E-05	1,75E-05

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	1,77E-05	1,79E-05	1,81E-05	1,81E-05	1,84E-05	1,81E-05	2,04E-05	3,23E-05
2,50E+03	1,76E-05	1,77E-05	1,78E-05	3,07E-05	2,82E-05	2,52E-05	2,40E-05	2,28E-05
3,50E+03	1,76E-05	1,77E-05	1,77E-05	2,52E-05	2,36E-05	2,19E-05	2,10E-05	2,05E-05
4,50E+03	1,76E-05	1,76E-05	1,77E-05	2,26E-05	2,15E-05	2,04E-05	1,98E-05	1,94E-05
5,50E+03	1,76E-05	1,78E-05	1,76E-05	2,12E-05	2,04E-05	1,96E-05	1,91E-05	1,88E-05
6,50E+03	1,75E-05	1,78E-05	1,76E-05	2,03E-05	1,97E-05	1,90E-05	1,87E-05	1,85E-05
7,50E+03	1,75E-05	1,78E-05	1,76E-05	1,97E-05	1,92E-05	1,87E-05	1,84E-05	1,83E-05
8,50E+03	1,75E-05	1,78E-05	1,76E-05	1,93E-05	1,89E-05	1,85E-05	1,83E-05	1,81E-05
9,50E+03	1,75E-05	1,78E-05	1,76E-05	1,90E-05	1,87E-05	1,83E-05	1,81E-05	1,80E-05
1,05E+04	1,75E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,88E-05	1,85E-05	1,82E-05	1,80E-05	1,79E-05
1,15E+04	1,75E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,86E-05	1,84E-05	1,81E-05	1,80E-05	1,79E-05
1,25E+04	1,75E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,85E-05	1,83E-05	1,80E-05	1,79E-05	1,78E-05
1,35E+04	1,75E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,84E-05	1,82E-05	1,80E-05	1,79E-05	1,78E-05
1,45E+04	1,75E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,83E-05	1,81E-05	1,79E-05	1,78E-05	1,78E-05
1,55E+04	1,75E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,82E-05	1,81E-05	1,79E-05	1,78E-05	1,77E-05
2,25E+04	1,75E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,79E-05	1,78E-05	1,77E-05	1,77E-05	1,76E-05
2,75E+04	1,75E-05	1,76E-05	1,75E-05	1,78E-05	1,77E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,76E-05
3,25E+04	1,75E-05	1,76E-05	1,75E-05	1,77E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,76E-05
3,75E+04	1,75E-05	1,76E-05	1,75E-05	1,77E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,76E-05
4,25E+04	1,75E-05	1,76E-05	1,75E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,76E-05
4,75E+04	1,75E-05	1,75E-05	1,75E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,75E-05

**Valor Máximo 6,27E-05**

**Setor** NNE  
**Distância** 1500m

Criança								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	3,26E-05	5,65E-05	1,60E-05	1,34E-05	1,21E-05	1,31E-05	1,13E-05	1,11E-05
2,50E+03	1,86E-05	2,81E-05	4,09E-05	4,34E-05	2,83E-05	1,73E-05	1,12E-05	1,11E-05
3,50E+03	1,51E-05	2,00E-05	2,73E-05	2,93E-05	2,10E-05	1,47E-05	1,13E-05	1,10E-05
4,50E+03	1,36E-05	1,67E-05	2,14E-05	2,30E-05	1,76E-05	1,35E-05	1,13E-05	1,10E-05
5,50E+03	1,28E-05	1,49E-05	1,82E-05	1,95E-05	1,58E-05	1,28E-05	1,12E-05	1,10E-05
6,50E+03	1,23E-05	1,39E-05	1,64E-05	1,74E-05	1,46E-05	1,24E-05	1,12E-05	1,10E-05
7,50E+03	1,20E-05	1,32E-05	1,52E-05	1,60E-05	1,38E-05	1,21E-05	1,12E-05	1,10E-05
8,50E+03	1,18E-05	1,28E-05	1,43E-05	1,51E-05	1,33E-05	1,19E-05	1,11E-05	1,10E-05
9,50E+03	1,17E-05	1,25E-05	1,37E-05	1,44E-05	1,29E-05	1,17E-05	1,11E-05	1,10E-05
1,05E+04	1,16E-05	1,22E-05	1,33E-05	1,39E-05	1,26E-05	1,16E-05	1,11E-05	1,10E-05
1,15E+04	1,15E-05	1,20E-05	1,30E-05	1,35E-05	1,24E-05	1,15E-05	1,11E-05	1,10E-05
1,25E+04	1,14E-05	1,19E-05	1,27E-05	1,32E-05	1,22E-05	1,15E-05	1,11E-05	1,10E-05
1,35E+04	1,14E-05	1,18E-05	1,25E-05	1,29E-05	1,21E-05	1,14E-05	1,11E-05	1,10E-05
1,45E+04	1,13E-05	1,17E-05	1,23E-05	1,27E-05	1,20E-05	1,14E-05	1,11E-05	1,10E-05
1,55E+04	1,13E-05	1,16E-05	1,22E-05	1,25E-05	1,19E-05	1,13E-05	1,11E-05	1,10E-05
2,25E+04	1,11E-05	1,13E-05	1,16E-05	1,18E-05	1,15E-05	1,12E-05	1,10E-05	1,10E-05
2,75E+04	1,11E-05	1,12E-05	1,14E-05	1,16E-05	1,13E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,10E-05
3,25E+04	1,11E-05	1,12E-05	1,13E-05	1,14E-05	1,12E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,10E-05
3,75E+04	1,10E-05	1,11E-05	1,12E-05	1,13E-05	1,12E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,10E-05
4,25E+04	1,10E-05	1,11E-05	1,12E-05	1,13E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,10E-05	1,10E-05
4,75E+04	1,10E-05	1,11E-05	1,12E-05	1,12E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,10E-05	1,10E-05

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	1,12E-05	1,13E-05	1,15E-05	1,16E-05	1,19E-05	1,16E-05	1,39E-05	2,60E-05
2,50E+03	1,11E-05	1,12E-05	1,13E-05	2,44E-05	2,19E-05	1,88E-05	1,76E-05	1,64E-05
3,50E+03	1,11E-05	1,11E-05	1,12E-05	1,87E-05	1,71E-05	1,55E-05	1,45E-05	1,40E-05
4,50E+03	1,10E-05	1,11E-05	1,11E-05	1,61E-05	1,50E-05	1,39E-05	1,33E-05	1,29E-05
5,50E+03	1,10E-05	1,13E-05	1,11E-05	1,47E-05	1,39E-05	1,31E-05	1,26E-05	1,23E-05
6,50E+03	1,10E-05	1,13E-05	1,11E-05	1,38E-05	1,32E-05	1,25E-05	1,22E-05	1,19E-05
7,50E+03	1,10E-05	1,13E-05	1,11E-05	1,32E-05	1,27E-05	1,22E-05	1,19E-05	1,17E-05
8,50E+03	1,10E-05	1,12E-05	1,10E-05	1,28E-05	1,24E-05	1,20E-05	1,17E-05	1,16E-05
9,50E+03	1,10E-05	1,12E-05	1,10E-05	1,25E-05	1,21E-05	1,18E-05	1,16E-05	1,15E-05
1,05E+04	1,10E-05	1,12E-05	1,10E-05	1,23E-05	1,20E-05	1,17E-05	1,15E-05	1,14E-05
1,15E+04	1,10E-05	1,12E-05	1,10E-05	1,21E-05	1,18E-05	1,16E-05	1,14E-05	1,13E-05
1,25E+04	1,10E-05	1,12E-05	1,10E-05	1,19E-05	1,17E-05	1,15E-05	1,14E-05	1,13E-05
1,35E+04	1,10E-05	1,12E-05	1,10E-05	1,18E-05	1,17E-05	1,14E-05	1,13E-05	1,12E-05
1,45E+04	1,10E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,17E-05	1,16E-05	1,14E-05	1,13E-05	1,12E-05
1,55E+04	1,10E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,17E-05	1,15E-05	1,13E-05	1,13E-05	1,12E-05
2,25E+04	1,10E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,14E-05	1,13E-05	1,12E-05	1,11E-05	1,11E-05
2,75E+04	1,10E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,12E-05	1,12E-05	1,11E-05	1,11E-05	1,11E-05
3,25E+04	1,10E-05	1,10E-05	1,10E-05	1,12E-05	1,11E-05	1,11E-05	1,11E-05	1,10E-05
3,75E+04	1,10E-05	1,10E-05	1,10E-05	1,11E-05	1,11E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,10E-05
4,25E+04	1,10E-05	1,10E-05	1,10E-05	1,11E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,10E-05	1,10E-05
4,75E+04	1,10E-05	1,10E-05	1,10E-05	1,11E-05	1,11E-05	1,10E-05	1,10E-05	1,10E-05

Valor Máximo 5,65E-05

Setor

NNE

Distância

1500m

Adolescentes								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	4,42E-05	6,87E-05	2,67E-05	2,40E-05	2,27E-05	2,37E-05	2,19E-05	2,18E-05
2,50E+03	2,96E-05	3,93E-05	5,26E-05	5,54E-05	3,96E-05	2,83E-05	2,18E-05	2,17E-05
3,50E+03	2,59E-05	3,10E-05	3,85E-05	4,08E-05	3,21E-05	2,56E-05	2,20E-05	2,17E-05
4,50E+03	2,43E-05	2,75E-05	3,24E-05	3,42E-05	2,85E-05	2,43E-05	2,19E-05	2,16E-05
5,50E+03	2,35E-05	2,57E-05	2,91E-05	3,06E-05	2,66E-05	2,35E-05	2,19E-05	2,16E-05
6,50E+03	2,30E-05	2,46E-05	2,72E-05	2,83E-05	2,54E-05	2,31E-05	2,18E-05	2,16E-05
7,50E+03	2,27E-05	2,40E-05	2,60E-05	2,69E-05	2,46E-05	2,28E-05	2,18E-05	2,16E-05
8,50E+03	2,25E-05	2,35E-05	2,51E-05	2,59E-05	2,40E-05	2,26E-05	2,18E-05	2,16E-05
9,50E+03	2,23E-05	2,32E-05	2,45E-05	2,52E-05	2,36E-05	2,24E-05	2,18E-05	2,16E-05
1,05E+04	2,22E-05	2,29E-05	2,40E-05	2,46E-05	2,33E-05	2,23E-05	2,18E-05	2,16E-05
1,15E+04	2,21E-05	2,27E-05	2,37E-05	2,42E-05	2,31E-05	2,22E-05	2,17E-05	2,16E-05
1,25E+04	2,21E-05	2,26E-05	2,34E-05	2,39E-05	2,29E-05	2,21E-05	2,17E-05	2,16E-05
1,35E+04	2,20E-05	2,25E-05	2,32E-05	2,36E-05	2,28E-05	2,21E-05	2,17E-05	2,16E-05
1,45E+04	2,20E-05	2,24E-05	2,30E-05	2,34E-05	2,26E-05	2,20E-05	2,17E-05	2,16E-05
1,55E+04	2,19E-05	2,23E-05	2,29E-05	2,32E-05	2,25E-05	2,20E-05	2,17E-05	2,16E-05
2,25E+04	2,18E-05	2,20E-05	2,23E-05	2,25E-05	2,21E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,16E-05
2,75E+04	2,17E-05	2,19E-05	2,21E-05	2,22E-05	2,20E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,16E-05
3,25E+04	2,17E-05	2,18E-05	2,20E-05	2,21E-05	2,19E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,16E-05
3,75E+04	2,17E-05	2,18E-05	2,19E-05	2,20E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,16E-05
4,25E+04	2,17E-05	2,17E-05	2,18E-05	2,19E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,16E-05
4,75E+04	2,16E-05	2,17E-05	2,18E-05	2,19E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,16E-05

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	2,18E-05	2,19E-05	2,22E-05	2,22E-05	2,25E-05	2,22E-05	2,47E-05	3,74E-05
2,50E+03	2,17E-05	2,18E-05	2,19E-05	3,56E-05	3,30E-05	2,99E-05	2,85E-05	2,73E-05
3,50E+03	2,17E-05	2,17E-05	2,18E-05	2,97E-05	2,81E-05	2,64E-05	2,53E-05	2,47E-05
4,50E+03	2,17E-05	2,17E-05	2,18E-05	2,70E-05	2,59E-05	2,47E-05	2,40E-05	2,36E-05
5,50E+03	2,16E-05	2,19E-05	2,17E-05	2,55E-05	2,47E-05	2,38E-05	2,33E-05	2,30E-05
6,50E+03	2,16E-05	2,19E-05	2,17E-05	2,46E-05	2,39E-05	2,33E-05	2,29E-05	2,26E-05
7,50E+03	2,16E-05	2,19E-05	2,17E-05	2,39E-05	2,34E-05	2,29E-05	2,26E-05	2,24E-05
8,50E+03	2,16E-05	2,19E-05	2,17E-05	2,35E-05	2,31E-05	2,26E-05	2,24E-05	2,22E-05
9,50E+03	2,16E-05	2,19E-05	2,17E-05	2,32E-05	2,28E-05	2,25E-05	2,23E-05	2,21E-05
1,05E+04	2,16E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,30E-05	2,27E-05	2,23E-05	2,22E-05	2,20E-05
1,15E+04	2,16E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,28E-05	2,25E-05	2,22E-05	2,21E-05	2,20E-05
1,25E+04	2,16E-05	2,18E-05	2,16E-05	2,26E-05	2,24E-05	2,22E-05	2,20E-05	2,19E-05
1,35E+04	2,16E-05	2,18E-05	2,16E-05	2,25E-05	2,23E-05	2,21E-05	2,20E-05	2,19E-05
1,45E+04	2,16E-05	2,18E-05	2,16E-05	2,24E-05	2,22E-05	2,20E-05	2,19E-05	2,19E-05
1,55E+04	2,16E-05	2,18E-05	2,16E-05	2,23E-05	2,22E-05	2,20E-05	2,19E-05	2,18E-05
2,25E+04	2,16E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,20E-05	2,19E-05	2,18E-05	2,18E-05	2,17E-05
2,75E+04	2,16E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,19E-05	2,18E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,17E-05
3,25E+04	2,16E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,18E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,17E-05
3,75E+04	2,16E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,16E-05
4,25E+04	2,16E-05	2,16E-05	2,16E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,16E-05
4,75E+04	2,16E-05	2,16E-05	2,16E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,16E-05	2,16E-05

**Valor Máximo 6,87E-05**

**Setor**

**NNE**

**Distância**

**1500m**

<b>Adulto</b>								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	3,49E-05	5,95E-05	1,76E-05	1,49E-05	1,36E-05	1,46E-05	1,28E-05	1,27E-05
2,50E+03	2,04E-05	3,01E-05	4,34E-05	4,61E-05	3,04E-05	1,91E-05	1,27E-05	1,26E-05
3,50E+03	1,68E-05	2,18E-05	2,93E-05	3,16E-05	2,29E-05	1,64E-05	1,29E-05	1,26E-05
4,50E+03	1,52E-05	1,84E-05	2,32E-05	2,50E-05	1,94E-05	1,51E-05	1,28E-05	1,25E-05
5,50E+03	1,44E-05	1,66E-05	2,00E-05	2,14E-05	1,75E-05	1,44E-05	1,27E-05	1,25E-05
6,50E+03	1,39E-05	1,55E-05	1,81E-05	1,92E-05	1,63E-05	1,40E-05	1,27E-05	1,25E-05
7,50E+03	1,36E-05	1,48E-05	1,68E-05	1,78E-05	1,55E-05	1,37E-05	1,27E-05	1,25E-05
8,50E+03	1,34E-05	1,44E-05	1,60E-05	1,68E-05	1,49E-05	1,34E-05	1,27E-05	1,25E-05
9,50E+03	1,32E-05	1,40E-05	1,54E-05	1,60E-05	1,45E-05	1,33E-05	1,27E-05	1,25E-05
1,05E+04	1,31E-05	1,38E-05	1,49E-05	1,55E-05	1,42E-05	1,32E-05	1,26E-05	1,25E-05
1,15E+04	1,30E-05	1,36E-05	1,46E-05	1,51E-05	1,40E-05	1,31E-05	1,26E-05	1,25E-05
1,25E+04	1,29E-05	1,35E-05	1,43E-05	1,48E-05	1,38E-05	1,30E-05	1,26E-05	1,25E-05
1,35E+04	1,29E-05	1,33E-05	1,41E-05	1,45E-05	1,37E-05	1,30E-05	1,26E-05	1,25E-05
1,45E+04	1,28E-05	1,32E-05	1,39E-05	1,43E-05	1,35E-05	1,29E-05	1,26E-05	1,25E-05
1,55E+04	1,28E-05	1,32E-05	1,38E-05	1,41E-05	1,34E-05	1,29E-05	1,26E-05	1,25E-05
2,25E+04	1,27E-05	1,29E-05	1,32E-05	1,34E-05	1,30E-05	1,27E-05	1,26E-05	1,25E-05
2,75E+04	1,26E-05	1,27E-05	1,30E-05	1,31E-05	1,29E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,25E-05
3,25E+04	1,26E-05	1,27E-05	1,29E-05	1,30E-05	1,28E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,25E-05
3,75E+04	1,26E-05	1,26E-05	1,28E-05	1,29E-05	1,27E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,25E-05
4,25E+04	1,25E-05	1,26E-05	1,27E-05	1,28E-05	1,27E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,25E-05
4,75E+04	1,25E-05	1,26E-05	1,27E-05	1,27E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	1,27E-05	1,28E-05	1,30E-05	1,31E-05	1,34E-05	1,31E-05	1,56E-05	2,82E-05
2,50E+03	1,26E-05	1,27E-05	1,28E-05	2,64E-05	2,39E-05	2,07E-05	1,94E-05	1,81E-05
3,50E+03	1,26E-05	1,26E-05	1,27E-05	2,06E-05	1,89E-05	1,72E-05	1,62E-05	1,56E-05
4,50E+03	1,25E-05	1,26E-05	1,27E-05	1,79E-05	1,67E-05	1,56E-05	1,49E-05	1,45E-05
5,50E+03	1,25E-05	1,28E-05	1,26E-05	1,64E-05	1,55E-05	1,47E-05	1,42E-05	1,39E-05
6,50E+03	1,25E-05	1,28E-05	1,26E-05	1,54E-05	1,48E-05	1,41E-05	1,38E-05	1,35E-05
7,50E+03	1,25E-05	1,28E-05	1,26E-05	1,48E-05	1,43E-05	1,38E-05	1,35E-05	1,33E-05
8,50E+03	1,25E-05	1,28E-05	1,26E-05	1,44E-05	1,40E-05	1,35E-05	1,33E-05	1,31E-05
9,50E+03	1,25E-05	1,27E-05	1,26E-05	1,41E-05	1,37E-05	1,33E-05	1,32E-05	1,30E-05
1,05E+04	1,25E-05	1,27E-05	1,25E-05	1,38E-05	1,35E-05	1,32E-05	1,30E-05	1,29E-05
1,15E+04	1,25E-05	1,27E-05	1,25E-05	1,37E-05	1,34E-05	1,31E-05	1,30E-05	1,29E-05
1,25E+04	1,25E-05	1,27E-05	1,25E-05	1,35E-05	1,33E-05	1,30E-05	1,29E-05	1,28E-05
1,35E+04	1,25E-05	1,27E-05	1,25E-05	1,34E-05	1,32E-05	1,30E-05	1,29E-05	1,28E-05
1,45E+04	1,25E-05	1,27E-05	1,25E-05	1,33E-05	1,31E-05	1,29E-05	1,28E-05	1,27E-05
1,55E+04	1,25E-05	1,27E-05	1,25E-05	1,32E-05	1,31E-05	1,29E-05	1,28E-05	1,27E-05
2,25E+04	1,25E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,29E-05	1,28E-05	1,27E-05	1,26E-05	1,26E-05
2,75E+04	1,25E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,28E-05	1,27E-05	1,26E-05	1,26E-05	1,26E-05
3,25E+04	1,25E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,27E-05	1,27E-05	1,26E-05	1,26E-05	1,26E-05
3,75E+04	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,27E-05	1,26E-05	1,26E-05	1,26E-05	1,25E-05
4,25E+04	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,26E-05	1,26E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,25E-05
4,75E+04	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,26E-05	1,26E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05

Valor Máximo 5,95E-05

Setor

NNE

Distância

1500m

Tabela 23 - Dose Efetiva no Grupo Crítico resultante das 3 Usinas

Primeira Infância								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	6,55E-05	9,32E-05	6,25E-05	4,63E-05	3,65E-05	3,77E-05	3,51E-05	3,46E-05
2,50E+03	4,60E-05	5,94E-05	9,04E-05	1,42E-04	9,44E-05	4,51E-05	3,50E-05	3,44E-05
3,50E+03	4,07E-05	4,75E-05	6,27E-05	8,32E-05	6,20E-05	4,00E-05	3,49E-05	3,43E-05
4,50E+03	3,83E-05	4,25E-05	5,76E-05	6,34E-05	5,07E-05	4,02E-05	3,47E-05	3,42E-05
5,50E+03	3,70E-05	4,22E-05	5,00E-05	5,39E-05	4,54E-05	3,83E-05	3,51E-05	3,42E-05
6,50E+03	3,66E-05	4,01E-05	4,57E-05	4,85E-05	4,23E-05	3,72E-05	3,48E-05	3,43E-05
7,50E+03	3,61E-05	3,87E-05	4,30E-05	4,51E-05	4,04E-05	3,65E-05	3,47E-05	3,43E-05
8,50E+03	3,57E-05	3,78E-05	4,11E-05	4,28E-05	3,91E-05	3,60E-05	3,46E-05	3,42E-05
9,50E+03	3,54E-05	3,71E-05	3,98E-05	4,12E-05	3,82E-05	3,57E-05	3,45E-05	3,42E-05
1,05E+04	3,52E-05	3,66E-05	3,89E-05	4,01E-05	3,75E-05	3,54E-05	3,44E-05	3,42E-05
1,15E+04	3,50E-05	3,62E-05	3,82E-05	3,92E-05	3,70E-05	3,52E-05	3,44E-05	3,42E-05
1,25E+04	3,49E-05	3,60E-05	3,76E-05	3,85E-05	3,66E-05	3,51E-05	3,43E-05	3,42E-05
1,35E+04	3,48E-05	3,57E-05	3,72E-05	3,80E-05	3,63E-05	3,49E-05	3,43E-05	3,42E-05
1,45E+04	3,47E-05	3,55E-05	3,69E-05	3,75E-05	3,61E-05	3,48E-05	3,43E-05	3,41E-05
1,55E+04	3,46E-05	3,54E-05	3,66E-05	3,72E-05	3,59E-05	3,48E-05	3,43E-05	3,41E-05
2,25E+04	3,44E-05	3,48E-05	3,54E-05	3,58E-05	3,50E-05	3,44E-05	3,42E-05	3,41E-05
2,75E+04	3,43E-05	3,45E-05	3,50E-05	3,53E-05	3,48E-05	3,43E-05	3,41E-05	3,41E-05
3,25E+04	3,42E-05	3,44E-05	3,48E-05	3,50E-05	3,46E-05	3,42E-05	3,41E-05	3,41E-05
3,75E+04	3,42E-05	3,43E-05	3,46E-05	3,48E-05	3,45E-05	3,42E-05	3,41E-05	3,41E-05
4,25E+04	3,41E-05	3,43E-05	3,45E-05	3,46E-05	3,44E-05	3,42E-05	3,41E-05	3,41E-05
4,75E+04	3,41E-05	3,42E-05	3,44E-05	3,45E-05	3,43E-05	3,41E-05	3,41E-05	3,41E-05

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	3,45E-05	3,48E-05	3,51E-05	3,54E-05	4,25E-05	4,22E-05	4,48E-05	5,61E-05
2,50E+03	3,43E-05	3,45E-05	3,46E-05	5,52E-05	5,05E-05	4,58E-05	4,50E-05	4,34E-05
3,50E+03	3,43E-05	3,44E-05	3,45E-05	4,70E-05	4,40E-05	4,12E-05	4,05E-05	3,95E-05
4,50E+03	3,42E-05	3,43E-05	3,44E-05	4,29E-05	4,08E-05	3,88E-05	3,78E-05	3,77E-05
5,50E+03	3,41E-05	3,45E-05	3,46E-05	4,06E-05	3,90E-05	3,75E-05	3,68E-05	3,64E-05
6,50E+03	3,41E-05	3,45E-05	3,47E-05	3,91E-05	3,79E-05	3,67E-05	3,61E-05	3,58E-05
7,50E+03	3,41E-05	3,44E-05	3,47E-05	3,81E-05	3,71E-05	3,62E-05	3,57E-05	3,54E-05
8,50E+03	3,41E-05	3,44E-05	3,46E-05	3,74E-05	3,66E-05	3,58E-05	3,54E-05	3,52E-05
9,50E+03	3,41E-05	3,44E-05	3,46E-05	3,68E-05	3,62E-05	3,55E-05	3,52E-05	3,50E-05
1,05E+04	3,41E-05	3,43E-05	3,45E-05	3,64E-05	3,59E-05	3,53E-05	3,50E-05	3,48E-05
1,15E+04	3,41E-05	3,43E-05	3,45E-05	3,61E-05	3,56E-05	3,51E-05	3,49E-05	3,47E-05
1,25E+04	3,41E-05	3,43E-05	3,45E-05	3,59E-05	3,54E-05	3,50E-05	3,48E-05	3,46E-05
1,35E+04	3,41E-05	3,43E-05	3,44E-05	3,57E-05	3,53E-05	3,49E-05	3,47E-05	3,46E-05
1,45E+04	3,41E-05	3,43E-05	3,44E-05	3,55E-05	3,52E-05	3,48E-05	3,46E-05	3,45E-05
1,55E+04	3,41E-05	3,43E-05	3,44E-05	3,54E-05	3,51E-05	3,47E-05	3,46E-05	3,45E-05
2,25E+04	3,41E-05	3,42E-05	3,43E-05	3,48E-05	3,46E-05	3,44E-05	3,43E-05	3,43E-05
2,75E+04	3,41E-05	3,41E-05	3,42E-05	3,46E-05	3,44E-05	3,43E-05	3,42E-05	3,42E-05
3,25E+04	3,40E-05	3,41E-05	3,42E-05	3,44E-05	3,43E-05	3,42E-05	3,42E-05	3,42E-05
3,75E+04	3,40E-05	3,41E-05	3,42E-05	3,44E-05	3,43E-05	3,42E-05	3,42E-05	3,41E-05
4,25E+04	3,40E-05	3,41E-05	3,41E-05	3,43E-05	3,42E-05	3,42E-05	3,41E-05	3,41E-05
4,75E+04	3,40E-05	3,41E-05	3,41E-05	3,43E-05	3,42E-05	3,41E-05	3,41E-05	3,41E-05

Valor Máximo 1,42E-04

Setor ENE

Distância 2500m

Criança								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	5,35E-05	8,14E-05	5,02E-05	3,38E-05	2,41E-05	2,53E-05	2,26E-05	2,22E-05
2,50E+03	3,37E-05	4,73E-05	7,85E-05	1,31E-04	8,27E-05	3,29E-05	2,26E-05	2,20E-05
3,50E+03	2,84E-05	3,52E-05	5,05E-05	7,15E-05	4,99E-05	2,77E-05	2,25E-05	2,19E-05
4,50E+03	2,60E-05	3,02E-05	4,54E-05	5,14E-05	3,85E-05	2,79E-05	2,23E-05	2,18E-05
5,50E+03	2,47E-05	2,99E-05	3,77E-05	4,17E-05	3,31E-05	2,60E-05	2,27E-05	2,17E-05
6,50E+03	2,43E-05	2,77E-05	3,34E-05	3,63E-05	3,00E-05	2,48E-05	2,24E-05	2,19E-05
7,50E+03	2,37E-05	2,63E-05	3,07E-05	3,29E-05	2,81E-05	2,41E-05	2,23E-05	2,18E-05
8,50E+03	2,33E-05	2,54E-05	2,88E-05	3,06E-05	2,68E-05	2,36E-05	2,22E-05	2,18E-05
9,50E+03	2,30E-05	2,47E-05	2,75E-05	2,89E-05	2,58E-05	2,33E-05	2,21E-05	2,18E-05
1,05E+04	2,28E-05	2,42E-05	2,65E-05	2,78E-05	2,52E-05	2,30E-05	2,20E-05	2,18E-05
1,15E+04	2,26E-05	2,39E-05	2,58E-05	2,69E-05	2,47E-05	2,28E-05	2,20E-05	2,18E-05
1,25E+04	2,25E-05	2,36E-05	2,53E-05	2,62E-05	2,43E-05	2,27E-05	2,19E-05	2,18E-05
1,35E+04	2,24E-05	2,33E-05	2,48E-05	2,57E-05	2,40E-05	2,26E-05	2,19E-05	2,17E-05
1,45E+04	2,23E-05	2,31E-05	2,45E-05	2,52E-05	2,37E-05	2,25E-05	2,19E-05	2,17E-05
1,55E+04	2,22E-05	2,30E-05	2,42E-05	2,48E-05	2,35E-05	2,24E-05	2,19E-05	2,17E-05
2,25E+04	2,20E-05	2,23E-05	2,30E-05	2,34E-05	2,26E-05	2,20E-05	2,18E-05	2,17E-05
2,75E+04	2,19E-05	2,21E-05	2,26E-05	2,29E-05	2,24E-05	2,19E-05	2,17E-05	2,17E-05
3,25E+04	2,18E-05	2,20E-05	2,24E-05	2,26E-05	2,22E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,17E-05
3,75E+04	2,18E-05	2,19E-05	2,22E-05	2,24E-05	2,21E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,16E-05
4,25E+04	2,17E-05	2,19E-05	2,21E-05	2,22E-05	2,20E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,16E-05
4,75E+04	2,17E-05	2,18E-05	2,20E-05	2,21E-05	2,19E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,16E-05

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	2,21E-05	2,24E-05	2,27E-05	2,29E-05	3,02E-05	3,00E-05	3,25E-05	4,41E-05
2,50E+03	2,19E-05	2,21E-05	2,22E-05	4,31E-05	3,84E-05	3,36E-05	3,28E-05	3,11E-05
3,50E+03	2,18E-05	2,20E-05	2,20E-05	3,48E-05	3,18E-05	2,89E-05	2,82E-05	2,72E-05
4,50E+03	2,18E-05	2,19E-05	2,20E-05	3,07E-05	2,86E-05	2,65E-05	2,55E-05	2,53E-05
5,50E+03	2,17E-05	2,21E-05	2,22E-05	2,83E-05	2,67E-05	2,52E-05	2,44E-05	2,40E-05
6,50E+03	2,17E-05	2,21E-05	2,23E-05	2,68E-05	2,56E-05	2,44E-05	2,38E-05	2,34E-05
7,50E+03	2,17E-05	2,20E-05	2,23E-05	2,58E-05	2,48E-05	2,38E-05	2,33E-05	2,31E-05
8,50E+03	2,17E-05	2,20E-05	2,22E-05	2,50E-05	2,42E-05	2,34E-05	2,30E-05	2,28E-05
9,50E+03	2,17E-05	2,20E-05	2,22E-05	2,45E-05	2,38E-05	2,31E-05	2,28E-05	2,26E-05
1,05E+04	2,17E-05	2,19E-05	2,21E-05	2,41E-05	2,35E-05	2,29E-05	2,26E-05	2,24E-05
1,15E+04	2,17E-05	2,19E-05	2,21E-05	2,38E-05	2,33E-05	2,27E-05	2,25E-05	2,23E-05
1,25E+04	2,17E-05	2,19E-05	2,21E-05	2,35E-05	2,31E-05	2,26E-05	2,24E-05	2,22E-05
1,35E+04	2,17E-05	2,19E-05	2,20E-05	2,33E-05	2,29E-05	2,25E-05	2,23E-05	2,22E-05
1,45E+04	2,17E-05	2,19E-05	2,20E-05	2,31E-05	2,28E-05	2,24E-05	2,22E-05	2,21E-05
1,55E+04	2,17E-05	2,18E-05	2,20E-05	2,30E-05	2,27E-05	2,23E-05	2,22E-05	2,21E-05
2,25E+04	2,16E-05	2,18E-05	2,19E-05	2,24E-05	2,22E-05	2,20E-05	2,19E-05	2,19E-05
2,75E+04	2,16E-05	2,17E-05	2,18E-05	2,22E-05	2,20E-05	2,19E-05	2,18E-05	2,18E-05
3,25E+04	2,16E-05	2,17E-05	2,18E-05	2,20E-05	2,19E-05	2,18E-05	2,18E-05	2,17E-05
3,75E+04	2,16E-05	2,17E-05	2,18E-05	2,20E-05	2,19E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,17E-05
4,25E+04	2,16E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,19E-05	2,18E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,17E-05
4,75E+04	2,16E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,18E-05	2,18E-05	2,17E-05	2,17E-05	2,17E-05

**Valor Máximo 1,31E-04**

**Setor**

**ENE**

**Distância**

**2500m**

Adolescente								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	7,64E-05	1,05E-04	7,24E-05	5,52E-05	4,55E-05	4,68E-05	4,40E-05	4,36E-05
2,50E+03	5,57E-05	6,97E-05	1,02E-04	1,57E-04	1,07E-04	5,48E-05	4,41E-05	4,34E-05
3,50E+03	5,02E-05	5,72E-05	7,29E-05	9,51E-05	7,25E-05	4,94E-05	4,40E-05	4,33E-05
4,50E+03	4,76E-05	5,20E-05	6,76E-05	7,42E-05	6,07E-05	4,96E-05	4,38E-05	4,32E-05
5,50E+03	4,63E-05	5,16E-05	5,97E-05	6,41E-05	5,50E-05	4,76E-05	4,41E-05	4,32E-05
6,50E+03	4,58E-05	4,94E-05	5,53E-05	5,84E-05	5,18E-05	4,64E-05	4,39E-05	4,33E-05
7,50E+03	4,52E-05	4,80E-05	5,24E-05	5,48E-05	4,98E-05	4,57E-05	4,37E-05	4,33E-05
8,50E+03	4,48E-05	4,70E-05	5,05E-05	5,24E-05	4,84E-05	4,52E-05	4,36E-05	4,32E-05
9,50E+03	4,45E-05	4,63E-05	4,91E-05	5,07E-05	4,75E-05	4,48E-05	4,35E-05	4,32E-05
1,05E+04	4,43E-05	4,57E-05	4,81E-05	4,95E-05	4,68E-05	4,45E-05	4,35E-05	4,32E-05
1,15E+04	4,41E-05	4,54E-05	4,74E-05	4,86E-05	4,62E-05	4,43E-05	4,34E-05	4,32E-05
1,25E+04	4,40E-05	4,51E-05	4,68E-05	4,79E-05	4,58E-05	4,42E-05	4,34E-05	4,32E-05
1,35E+04	4,38E-05	4,48E-05	4,64E-05	4,73E-05	4,55E-05	4,40E-05	4,33E-05	4,32E-05
1,45E+04	4,38E-05	4,46E-05	4,60E-05	4,68E-05	4,52E-05	4,39E-05	4,33E-05	4,32E-05
1,55E+04	4,37E-05	4,45E-05	4,57E-05	4,64E-05	4,50E-05	4,38E-05	4,33E-05	4,31E-05
2,25E+04	4,34E-05	4,38E-05	4,45E-05	4,49E-05	4,41E-05	4,35E-05	4,32E-05	4,31E-05
2,75E+04	4,33E-05	4,36E-05	4,41E-05	4,44E-05	4,38E-05	4,33E-05	4,31E-05	4,31E-05
3,25E+04	4,32E-05	4,34E-05	4,38E-05	4,40E-05	4,36E-05	4,33E-05	4,31E-05	4,31E-05
3,75E+04	4,32E-05	4,34E-05	4,36E-05	4,38E-05	4,35E-05	4,32E-05	4,31E-05	4,31E-05
4,25E+04	4,32E-05	4,33E-05	4,35E-05	4,37E-05	4,34E-05	4,32E-05	4,31E-05	4,31E-05
4,75E+04	4,31E-05	4,32E-05	4,34E-05	4,36E-05	4,33E-05	4,32E-05	4,31E-05	4,31E-05

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	4,35E-05	4,38E-05	4,41E-05	4,43E-05	5,20E-05	5,18E-05	5,45E-05	6,66E-05
2,50E+03	4,33E-05	4,35E-05	4,36E-05	6,55E-05	6,06E-05	5,57E-05	5,48E-05	5,30E-05
3,50E+03	4,33E-05	4,34E-05	4,35E-05	5,68E-05	5,37E-05	5,07E-05	4,99E-05	4,89E-05
4,50E+03	4,32E-05	4,33E-05	4,35E-05	5,25E-05	5,04E-05	4,82E-05	4,71E-05	4,69E-05
5,50E+03	4,31E-05	4,35E-05	4,37E-05	5,00E-05	4,84E-05	4,68E-05	4,60E-05	4,56E-05
6,50E+03	4,31E-05	4,35E-05	4,38E-05	4,85E-05	4,72E-05	4,59E-05	4,53E-05	4,50E-05
7,50E+03	4,31E-05	4,35E-05	4,37E-05	4,74E-05	4,64E-05	4,54E-05	4,48E-05	4,45E-05
8,50E+03	4,31E-05	4,34E-05	4,37E-05	4,66E-05	4,58E-05	4,49E-05	4,45E-05	4,43E-05
9,50E+03	4,31E-05	4,34E-05	4,36E-05	4,61E-05	4,53E-05	4,46E-05	4,43E-05	4,41E-05
1,05E+04	4,31E-05	4,34E-05	4,36E-05	4,56E-05	4,50E-05	4,44E-05	4,41E-05	4,39E-05
1,15E+04	4,31E-05	4,34E-05	4,35E-05	4,53E-05	4,48E-05	4,42E-05	4,39E-05	4,38E-05
1,25E+04	4,31E-05	4,33E-05	4,35E-05	4,50E-05	4,46E-05	4,41E-05	4,38E-05	4,37E-05
1,35E+04	4,31E-05	4,33E-05	4,35E-05	4,48E-05	4,44E-05	4,40E-05	4,37E-05	4,36E-05
1,45E+04	4,31E-05	4,33E-05	4,34E-05	4,46E-05	4,43E-05	4,39E-05	4,37E-05	4,36E-05
1,55E+04	4,31E-05	4,33E-05	4,34E-05	4,45E-05	4,41E-05	4,38E-05	4,36E-05	4,35E-05
2,25E+04	4,31E-05	4,32E-05	4,33E-05	4,38E-05	4,37E-05	4,35E-05	4,33E-05	4,33E-05
2,75E+04	4,31E-05	4,32E-05	4,33E-05	4,36E-05	4,35E-05	4,33E-05	4,33E-05	4,32E-05
3,25E+04	4,31E-05	4,31E-05	4,32E-05	4,35E-05	4,34E-05	4,33E-05	4,32E-05	4,32E-05
3,75E+04	4,31E-05	4,31E-05	4,32E-05	4,34E-05	4,33E-05	4,32E-05	4,32E-05	4,31E-05
4,25E+04	4,30E-05	4,31E-05	4,32E-05	4,33E-05	4,33E-05	4,32E-05	4,31E-05	4,31E-05
4,75E+04	4,30E-05	4,31E-05	4,31E-05	4,33E-05	4,32E-05	4,32E-05	4,31E-05	4,31E-05

**Valor Máximo 1,57E-04**

**Setor ENE**  
**Distância 2500m**

Adulto								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	5,80E-05	8,66E-05	5,41E-05	3,70E-05	2,73E-05	2,85E-05	2,58E-05	2,53E-05
2,50E+03	3,74E-05	5,14E-05	8,34E-05	1,39E-04	8,82E-05	3,65E-05	2,58E-05	2,52E-05
3,50E+03	3,19E-05	3,89E-05	5,46E-05	7,66E-05	5,42E-05	3,11E-05	2,57E-05	2,50E-05
4,50E+03	2,93E-05	3,37E-05	4,93E-05	5,58E-05	4,24E-05	3,13E-05	2,55E-05	2,50E-05
5,50E+03	2,80E-05	3,34E-05	4,14E-05	4,57E-05	3,68E-05	2,93E-05	2,59E-05	2,49E-05
6,50E+03	2,76E-05	3,11E-05	3,70E-05	4,01E-05	3,36E-05	2,82E-05	2,57E-05	2,51E-05
7,50E+03	2,70E-05	2,97E-05	3,41E-05	3,65E-05	3,15E-05	2,74E-05	2,55E-05	2,50E-05
8,50E+03	2,65E-05	2,87E-05	3,22E-05	3,41E-05	3,02E-05	2,69E-05	2,54E-05	2,50E-05
9,50E+03	2,62E-05	2,80E-05	3,09E-05	3,25E-05	2,92E-05	2,65E-05	2,53E-05	2,50E-05
1,05E+04	2,60E-05	2,75E-05	2,99E-05	3,12E-05	2,85E-05	2,63E-05	2,52E-05	2,50E-05
1,15E+04	2,59E-05	2,71E-05	2,91E-05	3,03E-05	2,80E-05	2,61E-05	2,52E-05	2,50E-05
1,25E+04	2,57E-05	2,68E-05	2,86E-05	2,96E-05	2,76E-05	2,59E-05	2,51E-05	2,49E-05
1,35E+04	2,56E-05	2,66E-05	2,81E-05	2,90E-05	2,73E-05	2,58E-05	2,51E-05	2,49E-05
1,45E+04	2,55E-05	2,64E-05	2,78E-05	2,85E-05	2,70E-05	2,57E-05	2,51E-05	2,49E-05
1,55E+04	2,54E-05	2,62E-05	2,75E-05	2,82E-05	2,68E-05	2,56E-05	2,51E-05	2,49E-05
2,25E+04	2,52E-05	2,56E-05	2,62E-05	2,66E-05	2,59E-05	2,52E-05	2,49E-05	2,49E-05
2,75E+04	2,51E-05	2,53E-05	2,58E-05	2,61E-05	2,56E-05	2,51E-05	2,49E-05	2,49E-05
3,25E+04	2,50E-05	2,52E-05	2,56E-05	2,58E-05	2,54E-05	2,50E-05	2,49E-05	2,48E-05
3,75E+04	2,50E-05	2,51E-05	2,54E-05	2,56E-05	2,53E-05	2,50E-05	2,49E-05	2,48E-05
4,25E+04	2,49E-05	2,51E-05	2,53E-05	2,54E-05	2,52E-05	2,50E-05	2,49E-05	2,48E-05
4,75E+04	2,49E-05	2,50E-05	2,52E-05	2,53E-05	2,51E-05	2,49E-05	2,48E-05	2,48E-05

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	2,53E-05	2,55E-05	2,59E-05	2,61E-05	3,37E-05	3,35E-05	3,62E-05	4,83E-05
2,50E+03	2,51E-05	2,53E-05	2,54E-05	4,72E-05	4,23E-05	3,74E-05	3,65E-05	3,47E-05
3,50E+03	2,50E-05	2,51E-05	2,52E-05	3,85E-05	3,54E-05	3,24E-05	3,17E-05	3,07E-05
4,50E+03	2,50E-05	2,51E-05	2,52E-05	3,42E-05	3,21E-05	3,00E-05	2,89E-05	2,87E-05
5,50E+03	2,49E-05	2,53E-05	2,54E-05	3,18E-05	3,02E-05	2,86E-05	2,78E-05	2,73E-05
6,50E+03	2,49E-05	2,53E-05	2,55E-05	3,02E-05	2,89E-05	2,77E-05	2,71E-05	2,67E-05
7,50E+03	2,49E-05	2,52E-05	2,55E-05	2,91E-05	2,81E-05	2,71E-05	2,66E-05	2,63E-05
8,50E+03	2,49E-05	2,52E-05	2,54E-05	2,84E-05	2,75E-05	2,67E-05	2,63E-05	2,60E-05
9,50E+03	2,49E-05	2,52E-05	2,54E-05	2,78E-05	2,71E-05	2,64E-05	2,60E-05	2,58E-05
1,05E+04	2,49E-05	2,51E-05	2,53E-05	2,74E-05	2,68E-05	2,62E-05	2,58E-05	2,57E-05
1,15E+04	2,49E-05	2,51E-05	2,53E-05	2,71E-05	2,65E-05	2,60E-05	2,57E-05	2,55E-05
1,25E+04	2,49E-05	2,51E-05	2,53E-05	2,68E-05	2,63E-05	2,58E-05	2,56E-05	2,55E-05
1,35E+04	2,48E-05	2,51E-05	2,52E-05	2,66E-05	2,62E-05	2,57E-05	2,55E-05	2,54E-05
1,45E+04	2,48E-05	2,51E-05	2,52E-05	2,64E-05	2,60E-05	2,56E-05	2,54E-05	2,53E-05
1,55E+04	2,48E-05	2,50E-05	2,52E-05	2,62E-05	2,59E-05	2,55E-05	2,54E-05	2,53E-05
2,25E+04	2,48E-05	2,50E-05	2,51E-05	2,56E-05	2,54E-05	2,52E-05	2,51E-05	2,51E-05
2,75E+04	2,48E-05	2,49E-05	2,50E-05	2,54E-05	2,53E-05	2,51E-05	2,50E-05	2,50E-05
3,25E+04	2,48E-05	2,49E-05	2,50E-05	2,53E-05	2,51E-05	2,50E-05	2,50E-05	2,49E-05
3,75E+04	2,48E-05	2,49E-05	2,50E-05	2,52E-05	2,51E-05	2,50E-05	2,49E-05	2,49E-05
4,25E+04	2,48E-05	2,49E-05	2,49E-05	2,51E-05	2,50E-05	2,50E-05	2,49E-05	2,49E-05
4,75E+04	2,48E-05	2,49E-05	2,49E-05	2,50E-05	2,50E-05	2,49E-05	2,49E-05	2,49E-05

Valor Máximo 1,39E-04

Setor

ENE

Distância

2500m

Tabela 24 - Dose Efetiva no Indivíduo do Público Resultante das 3 Usinas

Primeira Infância								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	2,37E-05	4,35E-05	2,14E-05	9,71E-06	2,77E-06	3,61E-06	1,74E-06	1,39E-06
2,50E+03	9,62E-06	1,93E-05	4,15E-05	7,89E-05	4,45E-05	9,00E-06	1,70E-06	1,26E-06
3,50E+03	5,84E-06	1,07E-05	2,16E-05	3,65E-05	2,11E-05	5,33E-06	1,63E-06	1,18E-06
4,50E+03	4,10E-06	7,11E-06	1,79E-05	2,22E-05	1,30E-05	5,44E-06	1,48E-06	1,13E-06
5,50E+03	3,18E-06	6,91E-06	1,25E-05	1,53E-05	9,18E-06	4,08E-06	1,76E-06	1,10E-06
6,50E+03	2,89E-06	5,36E-06	9,40E-06	1,14E-05	6,98E-06	3,29E-06	1,58E-06	1,19E-06
7,50E+03	2,47E-06	4,37E-06	7,44E-06	9,00E-06	5,60E-06	2,78E-06	1,47E-06	1,16E-06
8,50E+03	2,19E-06	3,69E-06	6,10E-06	7,36E-06	4,67E-06	2,43E-06	1,39E-06	1,15E-06
9,50E+03	1,98E-06	3,21E-06	5,17E-06	6,21E-06	4,01E-06	2,18E-06	1,34E-06	1,13E-06
1,05E+04	1,83E-06	2,85E-06	4,48E-06	5,37E-06	3,52E-06	2,00E-06	1,29E-06	1,12E-06
1,15E+04	1,72E-06	2,59E-06	3,98E-06	4,75E-06	3,17E-06	1,86E-06	1,25E-06	1,11E-06
1,25E+04	1,63E-06	2,39E-06	3,59E-06	4,26E-06	2,90E-06	1,75E-06	1,23E-06	1,10E-06
1,35E+04	1,55E-06	2,22E-06	3,29E-06	3,87E-06	2,67E-06	1,67E-06	1,21E-06	1,09E-06
1,45E+04	1,49E-06	2,08E-06	3,03E-06	3,55E-06	2,49E-06	1,59E-06	1,19E-06	1,09E-06
1,55E+04	1,44E-06	1,97E-06	2,83E-06	3,28E-06	2,34E-06	1,54E-06	1,17E-06	1,08E-06
2,25E+04	1,24E-06	1,52E-06	1,98E-06	2,25E-06	1,73E-06	1,29E-06	1,10E-06	1,05E-06
2,75E+04	1,17E-06	1,37E-06	1,70E-06	1,89E-06	1,53E-06	1,21E-06	1,08E-06	1,04E-06
3,25E+04	1,13E-06	1,28E-06	1,53E-06	1,68E-06	1,40E-06	1,16E-06	1,06E-06	1,03E-06
3,75E+04	1,10E-06	1,22E-06	1,41E-06	1,53E-06	1,31E-06	1,13E-06	1,05E-06	1,03E-06
4,25E+04	1,08E-06	1,18E-06	1,33E-06	1,43E-06	1,25E-06	1,10E-06	1,04E-06	1,02E-06
4,75E+04	1,07E-06	1,15E-06	1,27E-06	1,36E-06	1,21E-06	1,09E-06	1,03E-06	1,02E-06

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	1,36E-06	1,53E-06	1,77E-06	1,94E-06	7,09E-06	6,94E-06	8,77E-06	1,70E-05
2,50E+03	1,22E-06	1,34E-06	1,42E-06	1,63E-05	1,29E-05	9,53E-06	8,93E-06	7,75E-06
3,50E+03	1,16E-06	1,25E-06	1,30E-06	1,04E-05	8,21E-06	6,17E-06	5,66E-06	4,99E-06
4,50E+03	1,13E-06	1,18E-06	1,30E-06	7,44E-06	5,94E-06	4,49E-06	3,76E-06	3,62E-06
5,50E+03	1,08E-06	1,32E-06	1,43E-06	5,75E-06	4,63E-06	3,55E-06	3,01E-06	2,72E-06
6,50E+03	1,08E-06	1,32E-06	1,51E-06	4,68E-06	3,80E-06	2,95E-06	2,53E-06	2,30E-06
7,50E+03	1,07E-06	1,29E-06	1,46E-06	3,95E-06	3,24E-06	2,56E-06	2,21E-06	2,02E-06
8,50E+03	1,06E-06	1,27E-06	1,42E-06	3,43E-06	2,84E-06	2,27E-06	1,99E-06	1,83E-06
9,50E+03	1,05E-06	1,25E-06	1,39E-06	3,04E-06	2,55E-06	2,07E-06	1,83E-06	1,69E-06
1,05E+04	1,05E-06	1,23E-06	1,36E-06	2,75E-06	2,34E-06	1,91E-06	1,71E-06	1,59E-06
1,15E+04	1,04E-06	1,21E-06	1,34E-06	2,53E-06	2,17E-06	1,80E-06	1,61E-06	1,51E-06
1,25E+04	1,04E-06	1,20E-06	1,31E-06	2,35E-06	2,03E-06	1,70E-06	1,54E-06	1,44E-06
1,35E+04	1,04E-06	1,19E-06	1,30E-06	2,20E-06	1,92E-06	1,62E-06	1,48E-06	1,39E-06
1,45E+04	1,03E-06	1,18E-06	1,28E-06	2,08E-06	1,83E-06	1,56E-06	1,43E-06	1,35E-06
1,55E+04	1,03E-06	1,17E-06	1,26E-06	1,98E-06	1,75E-06	1,50E-06	1,38E-06	1,31E-06
2,25E+04	1,02E-06	1,11E-06	1,19E-06	1,55E-06	1,42E-06	1,28E-06	1,21E-06	1,17E-06
2,75E+04	1,02E-06	1,09E-06	1,15E-06	1,40E-06	1,31E-06	1,21E-06	1,15E-06	1,12E-06
3,25E+04	1,02E-06	1,07E-06	1,12E-06	1,31E-06	1,23E-06	1,16E-06	1,12E-06	1,09E-06
3,75E+04	1,01E-06	1,06E-06	1,10E-06	1,24E-06	1,19E-06	1,13E-06	1,09E-06	1,08E-06
4,25E+04	1,01E-06	1,05E-06	1,09E-06	1,20E-06	1,15E-06	1,10E-06	1,08E-06	1,06E-06
4,75E+04	1,01E-06	1,04E-06	1,08E-06	1,17E-06	1,13E-06	1,09E-06	1,06E-06	1,05E-06

**Valor Máximo 7.89E-05**

**Setor ENE**

**Distância 2500m**

**Dose Coletiva (pessoa.Sv) 3,61E-01**

**População no Raio de 50 km 161.531**

**Dose Média no Indivíduo do Público 2,23E-06**

Criança								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	2,60E-05	4,74E-05	2,23E-05	9,14E-06	2,22E-06	3,22E-06	1,21E-06	8,25E-07
2,50E+03	1,02E-05	2,06E-05	4,46E-05	8,76E-05	4,89E-05	9,43E-06	1,26E-06	7,06E-07
3,50E+03	5,91E-06	1,12E-05	2,29E-05	4,02E-05	2,29E-05	5,32E-06	1,19E-06	6,15E-07
4,50E+03	3,95E-06	7,22E-06	1,89E-05	2,42E-05	1,39E-05	5,48E-06	1,02E-06	5,67E-07
5,50E+03	2,92E-06	6,95E-06	1,30E-05	1,66E-05	9,62E-06	3,95E-06	1,30E-06	5,38E-07
6,50E+03	2,58E-06	5,26E-06	9,67E-06	1,22E-05	7,17E-06	3,05E-06	1,10E-06	6,59E-07
7,50E+03	2,11E-06	4,17E-06	7,53E-06	9,49E-06	5,63E-06	2,48E-06	9,75E-07	6,28E-07
8,50E+03	1,79E-06	3,43E-06	6,07E-06	7,65E-06	4,58E-06	2,08E-06	8,87E-07	6,06E-07
9,50E+03	1,55E-06	2,89E-06	5,04E-06	6,36E-06	3,84E-06	1,79E-06	8,20E-07	5,88E-07
1,05E+04	1,39E-06	2,50E-06	4,29E-06	5,42E-06	3,30E-06	1,59E-06	7,68E-07	5,72E-07
1,15E+04	1,25E-06	2,21E-06	3,74E-06	4,71E-06	2,90E-06	1,43E-06	7,27E-07	5,60E-07
1,25E+04	1,15E-06	1,99E-06	3,31E-06	4,16E-06	2,59E-06	1,31E-06	6,98E-07	5,49E-07
1,35E+04	1,07E-06	1,80E-06	2,98E-06	3,71E-06	2,34E-06	1,21E-06	6,71E-07	5,40E-07
1,45E+04	1,00E-06	1,65E-06	2,70E-06	3,35E-06	2,13E-06	1,12E-06	6,50E-07	5,33E-07
1,55E+04	9,41E-07	1,52E-06	2,46E-06	3,05E-06	1,96E-06	1,05E-06	6,31E-07	5,26E-07
2,25E+04	7,11E-07	1,02E-06	1,53E-06	1,87E-06	1,27E-06	7,76E-07	5,51E-07	4,94E-07
2,75E+04	6,34E-07	8,54E-07	1,22E-06	1,46E-06	1,04E-06	6,81E-07	5,21E-07	4,80E-07
3,25E+04	5,86E-07	7,52E-07	1,02E-06	1,22E-06	8,93E-07	6,23E-07	5,02E-07	4,71E-07
3,75E+04	5,54E-07	6,84E-07	8,96E-07	1,05E-06	7,96E-07	5,84E-07	4,89E-07	4,64E-07
4,25E+04	5,32E-07	6,36E-07	8,07E-07	9,35E-07	7,28E-07	5,57E-07	4,79E-07	4,60E-07
4,75E+04	5,15E-07	6,01E-07	7,42E-07	8,49E-07	6,78E-07	5,37E-07	4,72E-07	4,56E-07

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	7,95E-07	9,67E-07	1,21E-06	1,38E-06	7,33E-06	7,20E-06	9,34E-06	1,86E-05
2,50E+03	6,59E-07	7,72E-07	8,58E-07	1,77E-05	1,40E-05	1,02E-05	9,50E-06	8,13E-06
3,50E+03	5,94E-07	6,83E-07	7,39E-07	1,10E-05	8,69E-06	6,37E-06	5,78E-06	5,00E-06
4,50E+03	5,64E-07	6,33E-07	7,52E-07	7,73E-06	6,10E-06	4,46E-06	3,61E-06	3,44E-06
5,50E+03	5,16E-07	8,03E-07	9,34E-07	5,83E-06	4,62E-06	3,37E-06	2,76E-06	2,41E-06
6,50E+03	5,19E-07	8,10E-07	1,03E-06	4,62E-06	3,67E-06	2,69E-06	2,21E-06	1,93E-06
7,50E+03	5,06E-07	7,77E-07	9,74E-07	3,80E-06	3,03E-06	2,24E-06	1,84E-06	1,61E-06
8,50E+03	4,97E-07	7,51E-07	9,30E-07	3,21E-06	2,57E-06	1,91E-06	1,58E-06	1,39E-06
9,50E+03	4,90E-07	7,26E-07	8,91E-07	2,77E-06	2,23E-06	1,68E-06	1,40E-06	1,23E-06
1,05E+04	4,85E-07	7,03E-07	8,54E-07	2,44E-06	1,99E-06	1,50E-06	1,26E-06	1,12E-06
1,15E+04	4,81E-07	6,83E-07	8,25E-07	2,19E-06	1,79E-06	1,36E-06	1,15E-06	1,02E-06
1,25E+04	4,77E-07	6,66E-07	7,99E-07	1,98E-06	1,64E-06	1,25E-06	1,06E-06	9,49E-07
1,35E+04	4,74E-07	6,51E-07	7,78E-07	1,82E-06	1,50E-06	1,16E-06	9,90E-07	8,90E-07
1,45E+04	4,72E-07	6,38E-07	7,57E-07	1,67E-06	1,40E-06	1,09E-06	9,32E-07	8,41E-07
1,55E+04	4,70E-07	6,26E-07	7,39E-07	1,56E-06	1,31E-06	1,02E-06	8,83E-07	8,00E-07
2,25E+04	4,60E-07	5,63E-07	6,53E-07	1,07E-06	9,26E-07	7,66E-07	6,84E-07	6,36E-07
2,75E+04	4,56E-07	5,36E-07	6,10E-07	8,99E-07	7,94E-07	6,76E-07	6,16E-07	5,80E-07
3,25E+04	4,53E-07	5,16E-07	5,79E-07	7,91E-07	7,10E-07	6,20E-07	5,74E-07	5,46E-07
3,75E+04	4,51E-07	5,02E-07	5,56E-07	7,19E-07	6,55E-07	5,82E-07	5,45E-07	5,22E-07
4,25E+04	4,49E-07	4,91E-07	5,39E-07	6,67E-07	6,15E-07	5,56E-07	5,25E-07	5,06E-07
4,75E+04	4,48E-07	4,83E-07	5,25E-07	6,29E-07	5,85E-07	5,36E-07	5,10E-07	4,94E-07

**Valor Máximo 8.76E-05**

**Setor ENE**

**Distância 2500m**

**Dose Coletiva (pessoa.Sv) 2,97E-01**

**População no Raio de 50 km 161.531**

**Dose Média no Indivíduo do Público 1,84E-06**

Adolescente								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	2,51E-05	4,61E-05	2,18E-05	9,01E-06	2,10E-06	3,04E-06	1,06E-06	7,09E-07
2,50E+03	9,74E-06	2,00E-05	4,35E-05	8,49E-05	4,74E-05	9,04E-06	1,11E-06	5,81E-07
3,50E+03	5,63E-06	1,08E-05	2,23E-05	3,89E-05	2,22E-05	5,06E-06	1,04E-06	4,95E-07
4,50E+03	3,73E-06	6,92E-06	1,84E-05	2,34E-05	1,34E-05	5,20E-06	8,76E-07	4,48E-07
5,50E+03	2,72E-06	6,67E-06	1,26E-05	1,59E-05	9,23E-06	3,72E-06	1,15E-06	4,20E-07
6,50E+03	2,40E-06	5,01E-06	9,32E-06	1,17E-05	6,86E-06	2,85E-06	9,64E-07	5,35E-07
7,50E+03	1,94E-06	3,96E-06	7,24E-06	9,09E-06	5,36E-06	2,29E-06	8,42E-07	5,06E-07
8,50E+03	1,63E-06	3,23E-06	5,81E-06	7,30E-06	4,34E-06	1,91E-06	7,56E-07	4,84E-07
9,50E+03	1,40E-06	2,71E-06	4,81E-06	6,05E-06	3,62E-06	1,63E-06	6,91E-07	4,68E-07
1,05E+04	1,24E-06	2,33E-06	4,07E-06	5,14E-06	3,09E-06	1,43E-06	6,41E-07	4,52E-07
1,15E+04	1,11E-06	2,05E-06	3,53E-06	4,45E-06	2,71E-06	1,28E-06	6,02E-07	4,40E-07
1,25E+04	1,01E-06	1,83E-06	3,12E-06	3,92E-06	2,41E-06	1,16E-06	5,74E-07	4,30E-07
1,35E+04	9,30E-07	1,65E-06	2,79E-06	3,49E-06	2,16E-06	1,06E-06	5,48E-07	4,22E-07
1,45E+04	8,65E-07	1,50E-06	2,52E-06	3,13E-06	1,96E-06	9,82E-07	5,27E-07	4,14E-07
1,55E+04	8,09E-07	1,37E-06	2,29E-06	2,84E-06	1,80E-06	9,17E-07	5,09E-07	4,08E-07
2,25E+04	5,86E-07	8,88E-07	1,38E-06	1,71E-06	1,13E-06	6,48E-07	4,32E-07	3,77E-07
2,75E+04	5,12E-07	7,26E-07	1,08E-06	1,31E-06	9,02E-07	5,57E-07	4,03E-07	3,64E-07
3,25E+04	4,66E-07	6,27E-07	8,91E-07	1,08E-06	7,62E-07	5,01E-07	3,85E-07	3,55E-07
3,75E+04	4,35E-07	5,61E-07	7,67E-07	9,15E-07	6,68E-07	4,64E-07	3,72E-07	3,49E-07
4,25E+04	4,14E-07	5,15E-07	6,81E-07	8,01E-07	6,02E-07	4,37E-07	3,63E-07	3,44E-07
4,75E+04	3,98E-07	4,81E-07	6,18E-07	7,19E-07	5,54E-07	4,18E-07	3,56E-07	3,40E-07

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	6,79E-07	8,51E-07	1,09E-06	1,26E-06	7,00E-06	6,87E-06	8,92E-06	1,79E-05
2,50E+03	5,43E-07	6,56E-07	7,42E-07	1,70E-05	1,35E-05	9,74E-06	9,08E-06	7,76E-06
3,50E+03	4,78E-07	5,67E-07	6,23E-07	1,06E-05	8,30E-06	6,05E-06	5,49E-06	4,73E-06
4,50E+03	4,48E-07	5,14E-07	6,31E-07	7,39E-06	5,79E-06	4,20E-06	3,39E-06	3,23E-06
5,50E+03	4,00E-07	6,74E-07	8,01E-07	5,54E-06	4,36E-06	3,15E-06	2,56E-06	2,23E-06
6,50E+03	4,01E-07	6,81E-07	8,88E-07	4,37E-06	3,44E-06	2,50E-06	2,03E-06	1,76E-06
7,50E+03	3,89E-07	6,49E-07	8,39E-07	3,57E-06	2,82E-06	2,06E-06	1,67E-06	1,46E-06
8,50E+03	3,80E-07	6,24E-07	7,96E-07	3,00E-06	2,38E-06	1,74E-06	1,43E-06	1,24E-06
9,50E+03	3,74E-07	6,01E-07	7,59E-07	2,58E-06	2,05E-06	1,52E-06	1,25E-06	1,09E-06
1,05E+04	3,68E-07	5,78E-07	7,24E-07	2,26E-06	1,82E-06	1,35E-06	1,11E-06	9,76E-07
1,15E+04	3,64E-07	5,59E-07	6,96E-07	2,02E-06	1,63E-06	1,21E-06	1,01E-06	8,86E-07
1,25E+04	3,61E-07	5,43E-07	6,71E-07	1,82E-06	1,48E-06	1,11E-06	9,24E-07	8,15E-07
1,35E+04	3,58E-07	5,29E-07	6,50E-07	1,65E-06	1,35E-06	1,02E-06	8,54E-07	7,58E-07
1,45E+04	3,56E-07	5,16E-07	6,30E-07	1,52E-06	1,25E-06	9,47E-07	7,98E-07	7,11E-07
1,55E+04	3,53E-07	5,04E-07	6,13E-07	1,40E-06	1,16E-06	8,86E-07	7,51E-07	6,71E-07
2,25E+04	3,44E-07	4,44E-07	5,29E-07	9,32E-07	7,92E-07	6,38E-07	5,60E-07	5,13E-07
2,75E+04	3,40E-07	4,17E-07	4,88E-07	7,67E-07	6,65E-07	5,52E-07	4,94E-07	4,60E-07
3,25E+04	3,37E-07	3,99E-07	4,58E-07	6,63E-07	5,85E-07	4,98E-07	4,53E-07	4,26E-07
3,75E+04	3,35E-07	3,85E-07	4,36E-07	5,93E-07	5,31E-07	4,62E-07	4,26E-07	4,04E-07
4,25E+04	3,33E-07	3,74E-07	4,20E-07	5,43E-07	4,93E-07	4,36E-07	4,06E-07	3,89E-07
4,75E+04	3,32E-07	3,67E-07	4,07E-07	5,06E-07	4,64E-07	4,17E-07	3,92E-07	3,77E-07

**Valor Máximo 8.49E-05**

**Setor ENE**

**Distância 2500m**

**Dose Coletiva (pessoa.Sv) 2,71E-01**

**População no Raio de 50 km 161.531**

**Dose Média no Indivíduo do Público 1,68E-06**

Adulto								
Distância	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
1,50E+03	2,49E-05	4,58E-05	2,16E-05	8,97E-06	2,05E-06	2,98E-06	9,99E-07	6,67E-07
2,50E+03	9,63E-06	1,98E-05	4,32E-05	8,43E-05	4,71E-05	8,94E-06	1,06E-06	5,35E-07
3,50E+03	5,54E-06	1,07E-05	2,21E-05	3,86E-05	2,20E-05	4,98E-06	9,91E-07	4,50E-07
4,50E+03	3,66E-06	6,83E-06	1,83E-05	2,32E-05	1,33E-05	5,12E-06	8,27E-07	4,04E-07
5,50E+03	2,66E-06	6,59E-06	1,25E-05	1,58E-05	9,13E-06	3,65E-06	1,10E-06	3,77E-07
6,50E+03	2,34E-06	4,94E-06	9,23E-06	1,16E-05	6,77E-06	2,79E-06	9,17E-07	4,91E-07
7,50E+03	1,89E-06	3,89E-06	7,15E-06	8,98E-06	5,28E-06	2,24E-06	7,96E-07	4,62E-07
8,50E+03	1,58E-06	3,17E-06	5,73E-06	7,21E-06	4,27E-06	1,85E-06	7,11E-07	4,41E-07
9,50E+03	1,35E-06	2,65E-06	4,74E-06	5,96E-06	3,55E-06	1,58E-06	6,46E-07	4,24E-07
1,05E+04	1,19E-06	2,27E-06	4,01E-06	5,06E-06	3,03E-06	1,38E-06	5,96E-07	4,09E-07
1,15E+04	1,06E-06	1,99E-06	3,47E-06	4,38E-06	2,65E-06	1,23E-06	5,58E-07	3,97E-07
1,25E+04	9,65E-07	1,77E-06	3,06E-06	3,85E-06	2,35E-06	1,11E-06	5,30E-07	3,87E-07
1,35E+04	8,83E-07	1,59E-06	2,73E-06	3,42E-06	2,11E-06	1,01E-06	5,05E-07	3,79E-07
1,45E+04	8,19E-07	1,45E-06	2,46E-06	3,07E-06	1,91E-06	9,34E-07	4,84E-07	3,72E-07
1,55E+04	7,62E-07	1,32E-06	2,24E-06	2,78E-06	1,74E-06	8,69E-07	4,65E-07	3,65E-07
2,25E+04	5,42E-07	8,42E-07	1,34E-06	1,65E-06	1,08E-06	6,03E-07	3,89E-07	3,35E-07
2,75E+04	4,68E-07	6,82E-07	1,03E-06	1,26E-06	8,56E-07	5,13E-07	3,61E-07	3,22E-07
3,25E+04	4,23E-07	5,83E-07	8,45E-07	1,03E-06	7,16E-07	4,57E-07	3,42E-07	3,13E-07
3,75E+04	3,92E-07	5,18E-07	7,22E-07	8,67E-07	6,23E-07	4,20E-07	3,29E-07	3,06E-07
4,25E+04	3,71E-07	4,71E-07	6,37E-07	7,55E-07	5,58E-07	3,94E-07	3,20E-07	3,02E-07
4,75E+04	3,55E-07	4,38E-07	5,74E-07	6,74E-07	5,10E-07	3,75E-07	3,13E-07	2,98E-07

Distância	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,50E+03	6,37E-07	8,10E-07	1,05E-06	1,22E-06	6,91E-06	6,77E-06	8,80E-06	1,77E-05
2,50E+03	5,01E-07	6,14E-07	7,00E-07	1,69E-05	1,33E-05	9,62E-06	8,97E-06	7,66E-06
3,50E+03	4,36E-07	5,25E-07	5,81E-07	1,05E-05	8,19E-06	5,96E-06	5,40E-06	4,65E-06
4,50E+03	4,06E-07	4,71E-07	5,88E-07	7,29E-06	5,70E-06	4,12E-06	3,32E-06	3,16E-06
5,50E+03	3,58E-07	6,28E-07	7,55E-07	5,46E-06	4,28E-06	3,09E-06	2,50E-06	2,17E-06
6,50E+03	3,59E-07	6,35E-07	8,40E-07	4,30E-06	3,37E-06	2,44E-06	1,97E-06	1,71E-06
7,50E+03	3,46E-07	6,04E-07	7,92E-07	3,50E-06	2,76E-06	2,00E-06	1,62E-06	1,40E-06
8,50E+03	3,37E-07	5,80E-07	7,50E-07	2,94E-06	2,32E-06	1,69E-06	1,37E-06	1,19E-06
9,50E+03	3,31E-07	5,56E-07	7,13E-07	2,52E-06	1,99E-06	1,46E-06	1,20E-06	1,04E-06
1,05E+04	3,26E-07	5,34E-07	6,78E-07	2,20E-06	1,76E-06	1,29E-06	1,06E-06	9,28E-07
1,15E+04	3,22E-07	5,15E-07	6,50E-07	1,96E-06	1,57E-06	1,16E-06	9,58E-07	8,39E-07
1,25E+04	3,18E-07	4,99E-07	6,26E-07	1,76E-06	1,42E-06	1,06E-06	8,76E-07	7,69E-07
1,35E+04	3,15E-07	4,85E-07	6,05E-07	1,60E-06	1,30E-06	9,72E-07	8,07E-07	7,12E-07
1,45E+04	3,13E-07	4,73E-07	5,86E-07	1,46E-06	1,19E-06	8,99E-07	7,52E-07	6,66E-07
1,55E+04	3,11E-07	4,61E-07	5,68E-07	1,35E-06	1,11E-06	8,39E-07	7,05E-07	6,26E-07
2,25E+04	3,02E-07	4,01E-07	4,85E-07	8,84E-07	7,45E-07	5,93E-07	5,15E-07	4,70E-07
2,75E+04	2,98E-07	3,74E-07	4,45E-07	7,21E-07	6,20E-07	5,08E-07	4,50E-07	4,17E-07
3,25E+04	2,95E-07	3,56E-07	4,15E-07	6,18E-07	5,40E-07	4,54E-07	4,10E-07	3,83E-07
3,75E+04	2,93E-07	3,42E-07	3,93E-07	5,49E-07	4,87E-07	4,18E-07	3,83E-07	3,61E-07
4,25E+04	2,91E-07	3,32E-07	3,77E-07	4,99E-07	4,49E-07	3,93E-07	3,64E-07	3,46E-07
4,75E+04	2,90E-07	3,24E-07	3,64E-07	4,63E-07	4,21E-07	3,74E-07	3,49E-07	3,34E-07

**Valor Máximo 8.43E-05**

**Setor ENE**

**Distância 2500m**

**Dose Coletiva (pessoa.Sv) 2,62E-01**

**População no Raio de 50 km 161.531**

**Dose Média no Indivíduo do Público 1,62E-06**

## **11. PROGRAMAS AMBIENTAIS**

O Plano Ambiental de Angra 3 é composto por vários Programas Ambientais, que podem ser subdivididos ou não em Projetos Ambientais, buscando minimizar os possíveis impactos com a construção da unidade 3 da Central Almirante Álvaro Alberto – CNAAA.

Os programas ambientais atualmente em execução pela Eletronuclear, bem como os aqui propostos, que indicam as medidas de proteção a serem tomadas, foram estruturados tomando-se como base os impactos gerados pelas diversas atividades nas fases de implantação e operação da CNAAA como um todo e da sua Unidade 3 (Angra 3), sobre os meios físico, biótico e socioeconômico.

Este capítulo visa apresentar estrutura geral dos programas, a definição das ações a serem implementadas e a apresentação das ações já em execução.

### **11.1. PROGRAMA AMBIENTAL DE CONSTRUÇÃO**

#### **11.1.1. Justificativa**

Este programa se justifica na medida que os procedimentos a serem adotados evitem ou minimizem a ocorrência dos impactos ambientais decorrentes da execução das obras de construção de Angra 3.

#### **11.1.2. Objetivos**

Acompanhar o desenvolvimento da construção de Angra 3, controlando todas as atividades relacionadas às obras em função das questões ambientais e legislação pertinente, procurando evitar impactos significativos.

#### **11.1.3. Metas**

O programa visa estabelecer critérios para atividades relacionadas com as obras, tais como:

- localização dos canteiros e prédios de apoio à obra;
- tratamento e deposição de entulhos e resíduos sólidos;
- tratamento adequado dos efluentes líquidos;
- controle de possíveis processos erosivos;

- limpeza do terreno e terraplanagem;
- recomposição vegetal;
- treinamento e qualificação dos trabalhadores;
- segurança, saúde no trabalho e meio ambiente (SSTMA).

#### **11.1.4. Público Alvo**

O presente programa visa alcançar todos os funcionários da CNAAA, bem como os envolvidos com as obras de implantação de Angra 3, como os trabalhadores de construção civil, engenheiros e demais envolvidos.

#### **11.1.5. Metodologia e Descrição do Programa**

Durante a fase de desenvolvimento da construção e montagem de Angra 3 haverá a necessidade do descarte de resíduos sólidos, provenientes de restos de materiais orgânicos, lamas, produtos de limpeza química, esgoto orgânico, entulhos de obra, sobras de madeira, restos de alvenaria, pontas de vergalhão de aço de construção, latas de tinta e solventes vazias, os quais serão depositados em recipientes de coleta seletiva, em locais previamente definidos do Canteiro de Obras, e posteriormente, se for o caso, esses recipientes serão acondicionados em invólucros apropriados para descarte por empresa licenciada, contratada para este fim, a semelhança do que foi efetuado em Angra 2. Temporariamente podem ser transportados para áreas já existentes dentro das instalações da CNAAA, especificamente destinadas ao armazenamento temporário e seleção destes resíduos.

Após o recebimento e seleção desses rejeitos pela mesma unidade organizacional da empresa responsável por esta atividade, os mesmos serão processados para descarte final em áreas apropriadas.

No caso de restos de materiais, entulhos de obra, sobras de madeiras, restos de alvenarias, estes serão destinados em conformidade com o estipulado na legislação.

Os esgotos sanitários gerados pelo contingenciamento na fase de construção e montagem de Angra 3, serão coletados em caixas coletoras de esgoto localizadas no Canteiro de Obras, dentro dos padrões normativos a que se destinam, sendo encaminhados até a Estação de Tratamento de Esgoto.

Os resíduos orgânicos sedimentares, provenientes da limpeza das cavas de fundação (lama), serão coletados e dispostos em aterro qualificado.

Os rejeitos industriais, como restos de sucatas, pontas de ferro de construção, serão acondicionados em caçambas metálicas, distribuídas em pontos estrategicamente definidos,

dentro do site do Canteiro de Obras, sendo posteriormente transportadas para armazenamento em áreas já existentes dentro das instalações da CNAAA, especificamente destinadas a seleção e posterior comercialização para reprocessamento.

O descarte dos rejeitos químicos, tais como, resto de solventes, latas de tintas serão acondicionados em recipientes apropriados e encaminhados para empresas especializadas no descarte final destes resíduos.

Os rejeitos provenientes da limpeza química das redes de tubulações dos sistema da planta, na fase de montagem e comissionamento, serão conduzidos através de bombeamento até as piscinas de coleta e passivação com agentes químicos, visando torná-los inertes, antes do lançamento dos efluentes no sistema de drenagem pluvial, após a sua monitoração.

No caso dos rejeitos dos processos de britagem, se aplicável, serão construídos tanques de decantação, se aplicável, onde serão coletados os resíduos provenientes do processo de lavagem da brita, para segregação do material sedimentar e liberação dos efluentes limpos ao sistema de drenagem pluvial, sendo os rejeitos sólidos coletados e transportados para descarte em bota-fora apropriado.

#### **11.1.6. Inter-relação com outros Planos e Programas**

Este programa está relacionado com os procedimentos existentes no Programa de Gerenciamento de Resíduos Industriais (não radioativos), Programa Anual de Comunicação e no Programa de Tratamento de Efluentes Líquidos Convencionais.

#### **11.1.7. Etapas de Execução**

O programa será implementado antes do início das obras civis, de forma a estabelecer os parâmetros de controle necessários, e se desenvolverá durante todo o período da construção de Angra 3, finalizando após a entrada da usina em operação.

#### **11.1.8. Responsáveis**

A responsabilidade de execução deste programa é da Eletronuclear, através do seu Escritório de Obras em Angra dos Reis.

## **11.2. PROGRAMA DE CONTROLE DE IMPACTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS – MONITORAÇÃO DAS ENCOSTAS DE ITAORNA**

Para acompanhar a evolução das alterações geológicas e geomorfológicas, a Eletronuclear vem realizando o controle dos taludes marginais, do lençol freático e das cavidades naturais. Para tanto, são executadas desde 1985 ações de estabilização e monitoramento das encostas do entorno da CNAAA, por meio do Programa de Monitoração das Encostas de Itaorna.

### **11.2.1. Justificativa**

Para a fase de implantação e operação da Unidade 3 da CNAAA não são esperados impactos sobre os componentes físicos do meio ambiente, mas, sim, a possibilidade de impactos sobre o empreendimento, decorrentes de possíveis eventos sísmicos na região. Esta possibilidade, no entanto, por medida adicional de segurança, é considerada pela Eletronuclear desde o início da operação de Angra 1, que conta com acelerógrafos especialmente adquiridos para monitoramento de eventuais anomalias sísmicas.

Do ponto de vista geomorfológico e geotécnico também só podem ser consideradas as alterações no meio ambiente e conseqüentes interferências provocadas pelo meio sobre o empreendimento, inexistindo a hipótese de que a implantação e operação de Angra 3 possa interferir na evolução geomorfológica, local ou regional.

### **11.2.2. Objetivos**

Monitorar e conter as encostas de Itaorna, típicas da região da Serra do Mar, que consistem de deslizamentos provocados por chuvas intensas em solos residuais.

### **11.2.3. Metas**

Implementar ações de monitoramento e de controle das encostas marginais de Itaorna, prevenindo a ocorrência de deslizamentos na época das chuvas.

### **11.2.4. Metodologia e Descrição do Programa**

O programa é realizado através de medições dos instrumentos instalados em campo, análise dos dados e emissão de relatório técnico sobre as condições das encostas marginais.

As medições são realizadas desde 1995 por técnico da Eletronuclear sob a orientação de engenheiro geotécnico da empresa. A periodicidade é mensal, entretanto, as medições dos piezômetros ocorrem quinzenalmente durante o período de chuvas.

Além disso, a Eletronuclear realiza serviços de manutenção preventiva e corretiva das vias públicas e encostas adjacentes, limpeza e reconstituição de canais e canaletas e construção de canais de desvio de águas pluviais (quando necessário).

#### **11.2.5. Inter-relação com outros Planos e Programas**

Este programa está intimamente relacionado com o Programa de Observação das Condições Climáticas – Aquisição de Dados Meteorológicos, que fornece dados de pluviosidade para monitoramento das encostas, principalmente em períodos de chuvas.

O presente programa está relacionado com todos os outros programas de segurança e com o plano de emergência, que utiliza os dados emitidos como mais uma fonte de informação nas ações a serem desenvolvidas em caso de acidentes.

#### **11.2.6. Etapas de Execução**

O programa é permanente e as medições (piezômetros) são realizadas mensalmente e quinzenalmente (piezômetros) no período de chuvas.

#### **11.2.7. Responsáveis**

A responsabilidade pela execução do programa é da Eletronuclear, através da Gerência de Engenharia Civil e Estruturas Metálicas.

### **11.3. PROGRAMA DE CONTROLE DO USO DO SOLO**

As diretrizes requeridas no Termo de Referência para execução do Programa de Controle do Uso do Solo estão distribuídas ao longo de procedimentos existentes em outros programas já desenvolvidos pela Eletronuclear, como o controle das encostas, o de aquisição de dados meteorológicos, programa de monitoração ambiental radiológico operacional e, principalmente, o Programa de Educação Ambiental.

### **11.4. PROGRAMA DE MANEJO DE RISCOS DE INUNDAÇÃO**

A Eletronuclear não realiza ações específicas contra riscos de inundação, pois foi verificado, através das informações apresentadas pelos estudos de oceanografia no diagnóstico ambiental, que não existe risco de inundação na área onde será instalada a Unidade 3, bem como, em toda a CNAAA.

## **11.5. PROGRAMA DE OBSERVAÇÃO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS – AQUISIÇÃO DE DADOS METEOROLÓGICOS**

Este programa é realizado pela Eletronuclear por meio de seu Sistema de Aquisição de Dados Meteorológicos, instalado na CNAAA desde 1972.

### **11.5.1. Justificativa**

Permitir a obtenção de informações e dados meteorológicos confiáveis que permitam avaliar possíveis conseqüências radiológicas e ambientais em condições de acidente e planejar medidas protetoras aos trabalhadores, população e ao meio ambiente.

O programa tem por finalidade gerar uma base de dados confiáveis para a avaliação das conseqüências radiológicas e ambientais em situações operacionais e em condições de acidente; e, o planejamento e a aplicação de medidas protetoras aos trabalhadores, ao público em geral e ao meio ambiente.

### **11.5.2. Objetivos**

Obtenção de dados meteorológicos em tempo real e estabelecimento de histórico climático para a região do empreendimento para a obtenção de indicadores, os quais serão utilizados no programa. Os dados meteorológicos coletados são o vento (direção e velocidade), a temperatura do ar, a umidade relativa e a precipitação.

### **11.5.3. Metas**

Estabelecimento de uma taxa de coleta superior a 90%, de forma a atender a Norma CNEN 1.22 e confiabilidade de dados que representem as condições climáticas da região.

### **11.5.4. Indicadores**

Os indicadores utilizados no programa são os dados meteorológicos coletados: vento (direção e velocidade), temperatura do ar, umidade relativa e precipitação.

### **11.5.5. Público Alvo**

O programa tem a finalidade de garantir a segurança de todos os moradores da microrregião da Baía da Ilha Grande e dos trabalhadores da CNAAA em caso de acidente.

### **11.5.6. Metodologia e Descrição do Programa**

O sistema de coleta de dados meteorológicos foi instalado na área da CNAAA em 1972, sofrendo algumas alterações em 1982 e 1999, para modernizar e melhorar o sistema.

São coletados automaticamente os seguintes dados meteorológicos:

- Direção do vento;
- Velocidade do vento;
- Temperatura do ar;
- Umidade relativa;
- Precipitação pluviométrica.

A partir daí os dados coletados são enviados para o Centro de Suporte Técnico das usinas de Angra 1 e 2, e em monitores localizados também no CPD de Angra 1, permitindo a visualização de todos os parâmetros, de todas as torres, que são atualizados a cada 90 segundos. Em seguida os dados são processados e transformados em série horária, sendo incorporados ao banco de dados meteorológicos.

É calculada a distribuição da frequência associada do vento e fatores de dispersão e deposição atmosférica mensais e emitidos relatórios semestrais de meteorologia que são encaminhados à CNEN e ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD.

Além disso, são realizadas simulações de trajetória e todos os dados obtidos são gravados em discos (CD ROM) como backup dos dados históricos.

### **11.5.7. Inter-relação com outros Planos e Programas**

O presente programa está relacionado com todos os programas relacionados à segurança da CNAAA e ao Plano de Emergência, na medida em que a aquisição e monitoramento dos dados climáticos são fundamentais para a realização de forma eficiente de todas as medidas de proteção e salvamento em caso de acidentes, como na proteção das encostas marginais de Itaorna, que podem provocar deslizamentos em função de chuvas intensas.

### **11.5.8. Etapas de Execução**

A execução do presente programa é permanente, sendo as coletas realizadas automaticamente nas estações de monitoramento.

As etapas são cíclicas e podem ser divididas em coleta de dados, compilação de dados, inclusão no banco de dados e emissão de relatórios semestrais.

#### **11.5.9. Responsáveis**

A responsabilidade pela execução do programa é da Eletronuclear, através da Gerência de Meio Ambiente.

### **11.6. PROGRAMA DE MONITORAÇÃO E CONTROLE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS – PMCQA**

#### **11.6.1. Justificativa**

A execução deste programa visa manter a qualidade das águas utilizadas na CNAAA e lançadas ao meio ambiente, em atendimento às normas vigentes, com seus respectivos limites, bem como as ações a serem executadas na ocorrência de não-conformidades.

#### **11.6.2. Objetivos**

O objetivo deste programa é monitorar a qualidade das águas potáveis, servidas, salinas e industriais, nas áreas de propriedade da Eletronuclear ou daquelas que possam ser afetadas pela operação da CNAAA.

#### **11.6.3. Metas**

Manter a qualidade das águas utilizadas na CNAAA dentro dos limites estabelecidos pelas normas vigentes.

#### **11.6.4. Público Alvo**

Toda a população residente na área da Eletronuclear, bem como a população residente nas regiões afetadas pela operação do empreendimento.

#### **11.6.5. Metodologia e Descrição do Programa**

O programa estabelece os pontos de monitoração, a frequência de coleta, as análises que deverão ser realizadas com seus respectivos limites, definidos pelas normas específicas e

vigentes, e as ações a serem tomadas em caso de ocorrência de resultados que não atendam às mesmas.

Cabe ao Laboratório de Monitoração Ambiental (LMA) a tarefa de executar as coletas e análises pertinentes no meio ambiente, nas áreas definidas por este programa.

Cabe às unidades operacionais responsáveis pela operação de Angra 1 e 2, e posteriormente, Angra 3 e das Estações de Tratamento de Água e Esgotos Sanitários, tomar as devidas providências para correção de parâmetros que porventura sejam encontrados fora dos limites estabelecidos pelas normas legais vigentes. O LMA acompanha as ações corretivas, caso estas ocorram, para executar análises posteriores e conferir a resolução do problema.

As análises ocorrem de forma distinta para os diferentes parâmetros analisados, ocorrendo medições diárias, semanais, quinzenais e mensais, conforme o parâmetro analisado.

A Gerência de Monitoração emite e envia à Gerência de Meio Ambiente da Eletronuclear, para posterior envio ao Ibama um relatório semestral de acompanhamento, contendo os resultados dos parâmetros analisados pelo programa.

#### **11.6.6. Inter-relação com outros Planos e Programas**

Este programa está relacionado com o Programa de Medida de Temperatura no Saco Piraquara de Fora e Itaorna, com o Programa de Monitoramento da Fauna e Flora Marinha na Fase Operacional e com o Programa de Medida de Cloro Residual no Saco Piraquara de Fora.

#### **11.6.7. Etapas de Execução**

Este é um programa permanente, com frequências de coleta variando entre diárias e mensais e emissão de relatório semestral de monitoramento.

#### **11.6.8. Responsáveis**

A supervisão deste programa está sob a responsabilidade do Laboratório de Monitoração Ambiental - LMA da CNAEA.

### **11.7. PROGRAMA DE CONTROLE AMBIENTAL DA ÁREA DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAMOIOS**

A Estação Ecológica de Tamoios, criada através do Decreto nº 98.864 de 23.01.1990, localiza-se na Baía da Ilha Grande, em Angra dos Reis e na Baía de Parati, no estado do Rio

de Janeiro, com objetivo de proteger uma amostra representativa da Mata Atlântica, fauna terrestre e marinha, numa região de grande beleza cênica e interesse ecológico. É a primeira unidade de conservação situada em ambiente marinho a ter seu plano de manejo em elaboração.

Em 2000, a FAPUR – Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro celebrou convênio com a Eletronuclear para a elaboração da Fase 1 do Plano de Manejo da Estação Ecológica de Tamoios, como ação de compensação ambiental pelo licenciamento ambiental da Unidade 2 da CNAAA (Angra 2), nos termos estabelecidos pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei 9985/2000).

O Plano de Manejo está em fase de análise pelo Ibama e as ações previstas dependem de aprovação do órgão para que sejam implementadas.

Dessa maneira, as ações requeridas no Termo de Referência estão contempladas no Plano de Manejo já elaborado. Entretanto, como o prevê o Art. 36 da supracitada Lei, as ações estão associadas à implantação e manutenção das unidades de conservação. Assim, a Eletronuclear continuará a auxiliar a ESEC Tamoios, na forma de ações de apoio e suporte à Unidade de Conservação, por meio de seus programas ambientais, principalmente, o de Educação Ambiental.

#### **11.8. PROGRAMA DE REMANEJAMENTO DA POPULAÇÃO**

Angra 3 será instalada dentro da área de propriedade da Eletronuclear (CNAAA). Dessa maneira, não deverão ocorrer desapropriações ou remanejamentos de quaisquer parcelas da população residente na região, o que torna desnecessário um programa de remanejamento.

#### **11.9. PROGRAMA DE RELOCAÇÃO DE INFRA-ESTRUTURA**

A Eletronuclear não possui programa específico para relocação da infra-estrutura da região afetada pelo empreendimento, pois Angra 3 será instalada dentro da área de propriedade da empresa (CNAAA). Dessa maneira, não ocorrerão desapropriações ou remanejamentos de quaisquer parcelas da população residente na região, o que torna desnecessário um programa de relocação de infra-estrutura.

## **11.10. PROGRAMA DE SAÚDE PÚBLICA**

Este programa ocorre na forma de ações de convênios com as prefeituras da região (Angra dos Reis e Parati) e por meio da Fundação Eletronuclear de Assistência Médica – Feam, da qual a Eletronuclear é a principal mantenedora.

### **11.10.1. Justificativa**

A região de Angra dos Reis e Parati está em processo de desenvolvimento e a instalação de Angra 3 irá aumentar a população, principalmente durante as obras de construção. Dessa maneira, as ações de saúde pública se tornam importantes para toda a população residente e futura.

Tais ações estão relacionadas com a efetiva capacidade do complexo de saúde da região, de forma que o atendimento público possa dar o suporte necessário à população.

### **11.10.2. Objetivos**

Dar continuidade à melhoria do atendimento médico-hospitalar da região proporcionado pela empresa à população da microrregião da Baía da Ilha Grande, tanto diretamente em termos ambulatoriais e de internações através da Fundação Eletronuclear de Assistência Médica – Feam (Hospital de Praia Brava), quanto indiretamente, através de convênios com as prefeituras de Angra dos Reis e Parati.

### **11.10.3. Metas**

- Estabelecimento de verbas anuais para as Santa Casa de Angra dos Reis e Parati;
- Estabelecimento de verbas anuais para a Fundação Eletronuclear de Assistência Médica – Feam (Hospital de Praia Brava);
- Estabelecimento de verbas anuais para aquisição de medicamentos e equipamentos para os Postos de Saúde de Angra dos Reis e Parati;
- Estabelecimento de verba anual para auxiliar o Programa Médico de Família e Agentes Comunitários de Saúde de Angra dos Reis.

#### **11.10.4. Indicadores**

Taxas de incremento populacional, atualizadas anualmente e dados de atendimentos ambulatoriais e hospitalares realizados na região, provenientes das prefeituras de Angra dos Reis e Parati, e da Fundação Eletronuclear de Assistência Médica.

#### **11.10.5. Público Alvo**

A população hoje residente na região de Angra dos Reis e Parati e população futura, oriunda das obras de construção e posteriormente da operação de Angra 3.

#### **11.10.6. Metodologia e Descrição do Programa**

Além dos convênios firmados entre a Eletronuclear e as prefeituras de Parati e Angra dos Reis, o hospital de Praia Brava, hoje transformado em fundação.

As instalações hospitalares do hospital de Praia Brava foram expandidas, ampliadas e modernizadas pela Eletronuclear, assim como, foi ampliado o seu quadro médico. Atualmente, o hospital conta com 65 médicos de diversas especialidades, 35 leitos, e um laboratório de análises clínicas no hospital.

O hospital tem garantido pela Eletronuclear o aporte de recursos necessários para operação em plena capacidade.

Parte importante deste programa, que diz respeito diretamente à saúde da mão-de-obra do empreendimento em questão, estará sob responsabilidade direta das empreiteiras através dos serviços especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do trabalho – Sesmet e da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – Cipa, sob a supervisão da Eletronuclear, visando a proteção específica da saúde da população trabalhadora.

#### **11.10.7. Inter-relação com outros Planos e Programas**

O presente programa está relacionado principalmente com os Programas de Comunicação Social, Educação Ambiental e com os diversos convênios da Eletronuclear com as prefeituras.

#### **11.10.8. Etapas de Execução**

O programa ocorre de forma permanente, em todas as atividades do Hospital de Praia Brava, e nos convênios existentes e em vigor.

### **11.10.9. Responsáveis**

A responsabilidade pela execução do programa é da Eletronuclear, por meio da Fundação Eletronuclear de Assistência Médica – Feam.

### **11.11. PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO**

As diretrizes ambientais estabelecidas para o controle dos poluentes por meio de programas ambientais são aplicadas pela Eletronuclear em diferentes programas, procedimentos, manuais e relatórios listados abaixo:

- Programa de Gerenciamento de Resíduos Industriais (Não Radioativos) – item 11.20;
- Programa de Tratamento de Efluentes Líquidos Convencionais – item 11.21;
- Manual de Controle Radiológico do Meio Ambiente e Relatórios Semestrais de Rejeitos e de Liberação de Efluentes Radioativos;
- Procedimento: Rejeitos Sólidos Radioativos;
- Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional do Depósito Provisório de Rejeitos Sólidos de Baixa e Média Atividades da Central Almirante Álvaro Alberto e Relatório Anual do Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional do Depósito Provisório de Rejeitos Sólidos de Baixa e Média Atividades da Central Almirante Álvaro Alberto.

### **11.12. PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL**

#### **11.12.1. Justificativa**

Atender as políticas e diretrizes de comunicação social de cada órgão integrante do Sistema de Comunicação de Governo do Poder Executivo Federal – Sicom, que define as ações, metas segmentos de público, cronogramas de execução e meios de utilizar os recursos necessários.

A Eletronuclear tem como missão “produzir energia elétrica com elevados padrões de segurança e eficiência, a custos competitivos, preservando a capacidade de projetar, construir e gerenciar os seus empreendimentos. Tal segurança é prioritária e precede a produtividade e

a economia, não devendo nunca ser comprometida por qualquer razão, num profundo respeito ao trabalhador, à sociedade e ao meio ambiente”.

#### **11.12.2. Objetivos**

Dentro desse contexto, é objetivo fundamental do presente programa definir e assegurar que sejam implementadas ações necessárias para que a imagem institucional da Eletronuclear seja efetivamente de uma empresa reconhecida pelo seu comprometimento com a melhoria da qualidade de vida da população, a preservação do meio ambiente, e pela excelência de seu desempenho na geração de uma energia limpa e segura.

#### **11.12.3. Metas**

- Definir os objetivos de comunicação e identificar as mensagens a serem divulgadas;
- Estabelecer uma estreita relação com os meios de comunicação e profissionais do setor;
- Atuar junto aos segmentos formadores de opinião;
- Buscar adequadas cobertura e divulgação dos eventos de interesse da empresa;
- Aprimorar a comunicação da Internet;
- Realizar pesquisas de opinião que sirvam de base para melhorar a comunicação da empresa.

#### **11.12.4. Público Alvo**

Todo o público nacional, em especial o público interno da CNAAA e a população residente na região de Angra dos Reis e Parati.

#### **11.12.5. Metodologia e Descrição do Programa**

As ações de comunicação desenvolvidas em 2004 foram grupadas conforme o público alvo – público interno, área de inserção regional nos municípios de influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA, formadores de opinião em geral como imprensa, autoridades políticas, estudantes, professores entre outros, prevendo os seguintes meios de comunicação:

- Imagem Institucional: publicidade institucional em revistas das áreas de Meio Ambiente e Tecnologia; patrocínios culturais ou apoio a projetos cujo escopo privilegie o resgate de

valores históricos e sócio-culturais principalmente na região de influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA); uma maior participação da empresa em eventos, feiras e exposições nas áreas técnicas e de meio ambiente; acompanhamento de imagem através de pesquisas de opinião pública e avaliação de imagem na mídia.

- Comunicação externa: revitalização do site na Internet, produção de novos vídeos institucionais, atualizar a folheteria, folhetos destinados às escolas com enfoque em educação ambiental, apoio à divulgação do Plano de Emergência da Central Nuclear, edição de *newsletter* dirigida à classe política.
- Comunicação interna: Jornal interno “O Átomo”, *clipping* da mídia impressa e noticiários de TV relacionados ao setor elétrico em geral e à Eletronuclear em especial, Intranet e apoio interno às demais unidades organizações quanto à organização de seminários, congressos, reuniões técnicas, eventos comemorativos, convênios de inserção regional mantidos pela Empresa e outros. Continuar desenvolvendo a Ouvidoria, alinhando-a com as diretrizes da Eletrobrás e do Governo Federal.
- Comunicação em condições de crise: Desenvolvimento de estratégia, para a criação de um grupo de gestão de crises, considerando a experiência das empresas de energia elétrica, e principalmente do Grupo Eletrobrás.
- Seleção das principais publicações nacionais nas áreas de tecnologia e meio ambiente para veiculação de anúncios institucionais ao longo do ano.
- Anúncios institucionais em datas especiais (como aniversário da cidade de Angra dos Reis) nos jornais das áreas de inserção regional da Empresa .
- Campanhas de esclarecimento sobre rejeitos radioativos.
- Campanhas de educação ambiental em parceria com publicações de grande circulação na área de inserção regional da empresa.
- Confeção de material de cunho publicitário, educativo e de utilidade pública apoiando as ações de cunho social nas áreas de inserção regional da empresa, como por exemplo, assistência médica através da Fundação Eletronuclear de Assistência Médica, material escolar para instituições de ensino das comunidades carentes e apoio a eventos nas áreas de meio ambiente e turismo

As campanhas de esclarecimento do Plano de Emergência da Central Nuclear de Angra são regidas pela legislação do Sipron – Decreto-Lei nº. 1.809, de 07.10.80, Decreto 2.210, de 22.04.97 e Portaria SAE/PR nº. 150, de 11.12.97 (NG-05). E a realização de esclarecimentos prévios das comunidades sobre o empreendimento a ser implantado (Angra 3), precedendo as respectivas Audiências Públicas previstas no processo de licenciamento ambiental, segue as diretrizes estabelecidas pelo Ibama.

### **11.12.6. Inter-relação com outros Planos e Programas**

Este programa está relacionado com todos os outros programas desenvolvidos pela Eletronuclear, de forma que todas as ações realizadas sejam fonte de informação para o programa em questão.

### **11.12.7. Etapas de Execução**

Este programa é permanente e é desenvolvido de forma contínua e integrada com os demais órgãos da Eletronuclear.

### **11.12.8. Responsáveis**

Este programa é permanente e está à cargo da Eletronuclear, através da sua Coordenação de Comunicação e Segurança.

## **11.13. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

### **11.13.1. Justificativa**

A microrregião da Baía da Ilha Grande constitui-se numa das mais ricas reservas da biodiversidade no estado do Rio de Janeiro, mas não está conseguindo resistir aos impactos causados pelas milhares de pessoas que são atraídas pela beleza das suas ilhas, praias, serras e baías. Além disso, com o crescimento econômico da região, mais pessoas são atraídas pelas oportunidades que surgem e o debate sobre o custo da degradação ambiental versus o crescimento econômico não está sendo objeto de discussões e ações que preservem e/ou conservem o meio ambiente para a geração atual e futuras.

Despertar a consciência da população para os aspectos ambientais e o que pode ser feito para preservar/conservar o meio ambiente é de crucial importância para a diminuição das degradações ambientais nesta microrregião.

### **11.13.2. Objetivos**

O Programa Eletronuclear de Educação Ambiental - PEEA tem como foco os vários empreendimentos da empresa, e é composto de diversos projetos, denominados Projetos Eletronuclear de Educação Ambiental – PrEEA.

Esses seis projetos objetivam contribuir para a consciência ecológica dos trabalhadores da empresa e da população localizada na microrregião da Baía da Ilha Grande (municípios de

Angra dos Reis e Parati), propiciando o equilíbrio entre o homem e o meio em que vive, e a compatibilização do desenvolvimento tecnológico com a preservação e conservação ambiental.

### 11.13.3. Metas

#### 11.13.3.1. Projeto: Agenda 21 Local

Definir uma estratégia de desenvolvimento sustentável para os municípios da microrregião da Baía da Ilha Grande, num processo de articulação, colaboração e parceria entre os municípios e a sociedade civil organizada. A seleção das áreas temáticas pelas partes envolvidas deverão refletir as problemáticas sócio-ambientais existentes ou aquelas com potencial de ocorrerem, criando um espaço para a construção e consolidação da cidadania nesta microrregião. Adicionalmente, devem-se considerar as palavras de José Sarney Filho, ex-Ministro do Meio Ambiente, que enfocam a importância do estabelecimento de uma Agenda 21 Local – “...A Agenda 21 significa a construção política das bases do desenvolvimento sustentável, cujo objetivo é conciliar justiça social, equilíbrio ambiental e eficiência econômica...”.

#### 11.13.3.2. Projeto: 3Rs – Reduzir, Reutilizar e Reciclar

Repassar ao público-alvo o conhecimento integrado do trinômio - reduzir (o consumo ao necessário), reutilizar (o máximo possível) e reciclar (através do estímulo), pois a acelerada produção de bens de consumo para o ser humano, associada a escassez de recursos não-renováveis e a poluição do meio ambiente, leva à exaustão a capacidade do planeta de suportar a vida humana.

#### 11.13.3.3. Projeto: A Importância do Viveiro de Mudas de Plantas Nativas

Incentivar as comunidades organizadas a manterem viveiros de mudas de plantas nativas da Mata Atlântica, tendo como parceiros numa primeira etapa a empresa e o município; e, numa segunda etapa, o apoio do município e dos seus técnicos.

#### 11.13.3.4. Projeto: O Defeso – A sua Importância Econômica e Biológica

Repassar para a comunidade pesqueira da microrregião da Baía da Ilha Grande o conceito e a necessidade do defeso das espécies de pescados que estão em condições críticas de reprodução/sobrevivência na região, mantendo assim, além da perenidade da pesca, a manutenção econômica das famílias que delas dependem e a diversidade biológica local.

#### 11.13.3.5. Projeto: Estação Ecológica de Tamoios

Esclarecer o público-alvo dos objetivos da ESEC-Tamoios: - “proteger, pesquisar e monitorar” uma amostra representativa da Mata Atlântica, especificamente do ecossistema insular marítimo e seu entorno aquático marinho, abrangendo toda a vida cujo nicho ecológico tenha interface com a estação ecológica. Estando conscientes da importância desta estação ecológica, é esperado que ocorram mudanças comportamentais de forma a minimizar possíveis impactos, ou até eliminá-los, ajudando a proteção da mesma.

#### 11.13.3.6. Projeto: Controle do Uso do Solo

Repassar ao público-alvo o conhecimento técnico básico sobre o meio ambiente, a degradação de áreas e as formas de recuperá-las. É esperado que com os conhecimentos adquiridos, e então mais conscientizados, o público-alvo exerça mais plenamente a sua cidadania participando efetivamente das ações em prol da recuperação das áreas circunvizinhas.

### 11.13.4. Indicadores

Os indicadores a serem utilizados serão as listas de presença às aulas e debates; e, o resultado das duas avaliações do nível de conhecimento, uma anterior ao treinamento em si, e a outra posterior ao mesmo, verificando se o conhecimento exposto foi efetivamente agregado pelos participantes.

### 11.13.5. Público Alvo

Trabalhadores da empresa e a população localizada na microrregião da Baía da Ilha Grande (municípios de Angra dos Reis e Parati).

### 11.13.6. Metodologia e Descrição do Programa

Serão realizadas de aulas expositivas em sala de aula e aulas práticas na microrregião da Baía da Ilha Grande, complementada por uma atuação da empresa junto as prefeituras desta região, para que se reúnam com as comunidades treinadas por este projeto, para:

- discussão dos temas mais relevantes e construção das Agendas 21 Locais;
- iniciar processo de conscientização da comunidade para os conceitos de redução e reutilização;
- esclarecimento da população sobre a importância dos Viveiros de Mudanças Nativas da Mata Atlântica;

- discussão dos períodos necessários para o defeso dos pescados em situações críticas e das alternativas econômicas, além da viabilização, com o apoio das prefeituras municipais, de alternativas econômicas durante o período de defeso para as comunidades pesqueiras;
- realização de visitas guiadas à ESEC-Tamoios;
- informação à população sobre ambientes preservados/conservados e ambientes degradados, como forma de divulgação sobre a importância do controle do uso do solo.

As propostas dos Projetos Eletronuclear de Educação Ambiental – PrEEA serão discutidos com os parceiros institucionais identificados, tanto dentro da empresa, como fora dela.

Os parceiros institucionais internos são as diversas unidades organizacionais da empresa, que conjugarão as idéias e esforços dos empregados e colaboradores que nelas trabalham, consolidando, coordenando e respondendo perante a empresa, pelas atividades dos projetos que são responsáveis.

Os parceiros institucionais externos identificados são as entidades formais representativas das comunidades localizadas na microrregião da Baía da Ilha Grande, à saber:

- Prefeitura Municipal de Angra dos Reis - PMAR;
- Prefeitura Municipal de Parati - PMP;
- Organizações Não-Governamentais – ONGs;
- Associações de Moradores;
- Organismos e organizações estaduais e municipais;
- Escolas estaduais, municipais e particulares;
- Outras entidades de cunho similar.

#### **11.13.7. Inter-relação com outros Planos e Programas**

Estes projetos fazem parte do Programa Eletronuclear de Educação Ambiental – PEEA e têm inter-relação com os demais Projetos Eletronuclear de Educação Ambiental – PrEEA, complementando-os.

### **11.13.8. Etapas de Execução**

1. Exposição pela Eletronuclear aos Parceiros Institucionais do objetivo do projeto e do apoio financeiro da empresa para a sua realização;
2. Informação aos Parceiros Institucionais Identificados da forma de apresentação de um Projeto Eletronuclear de Educação Ambiental, permitindo uma análise da empresa de forma equilibrada;
3. Recebimento e análise técnico-financeira das propostas recebidas;
4. Escolha da melhor proposta sob os aspectos técnico-financeiro;
5. Assinatura de Autorização de Serviço ou Contrato, dependendo do valor do projeto;
6. Acompanhamento físico-financeiro das etapas do projeto;
7. Análise dos indicadores aplicáveis em relação aos valores considerados regular, bom e excelente (1 mês);
8. Aprovação do Relatório Final do Projeto – RFP;
9. Liberação da parcela final, após a aprovação do RFP;
10. Finalização do projeto.

### **11.13.9. Responsáveis**

Este programa é permanente e está à cargo da Eletronuclear, através da Gerência de Meio Ambiente.

## **11.14. PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL**

Os programas realizados pela Eletronuclear para monitoramento ambiental têm a finalidade de avaliar os efeitos ambientais nos períodos pré-operacional e operacional de Angra 3, bem como das unidades já em operação.

Dessa maneira, são realizadas ações de monitoramento de parâmetros radiológicos e não-radiológicos, bem como suas frequências de amostragem, conforme é apresentado nos programas descritos neste capítulo.

O monitoramento da fase pré-operacional já é realizado pela Eletronuclear, uma vez que as unidades 1 e 2 da CNAAA (Angra 1 e Angra 2) já se encontram em operação e, para garantir a integridade do meio ambiente, são realizados os programas de monitoramento ambiental da CNAAA.

Na fase operacional de Angra 3, os programas já em execução para as outras unidades serão realizados também para monitoramento ambiental das atividades decorrentes da operação da Unidade 3 da CNAAA (Angra 3).

## **11.15. PROGRAMA DE DESCOMISSIONAMENTO**

### **11.15.1. Justificativa**

O descomissionamento das usinas nucleares ao final de sua vida econômica tem sido uma questão permanente para as empresas proprietárias dessas usinas.

No caso das usinas nucleares brasileiras, desde a entrada em operação de Angra 1, a questão tem sido tratada com o cuidado necessário, acompanhando o desenvolvimento do assunto ao redor do mundo.

Os primeiros trabalhos desenvolvidos com vistas ao tratamento da questão remontam à época dos preparativos para a entrada em operação de Angra 1, oportunidade em que se obteve do órgão regulador do setor de energia elétrica autorização para arrecadar, pela via tarifária, uma quota mensal de recursos destinados à formação de um fundo para suportar o descomissionamento da usina, depois de encerrada sua operação comercial.

Nestes quase 20 anos desde os primeiros estudos, seguiram-se outros trabalhos e reavaliações periódicas. Com a entrada em operação de Angra 2, implementou-se um processo de arrecadação de recursos para o descomissionamento de Angra 2 à semelhança do adotado para a primeira usina nuclear brasileira e a Unidade 3 deverá passar pelo mesmo processo de arrecadação.

### **11.15.2. Objetivos**

Garantir a proteção da população residente na microrregião da Baía da Ilha Grande e do seu meio ambiente, com relação à radioatividade residual, bem como os recursos adequados para que o descomissionamento ocorra de forma a atender as necessidades ambientais e legais.

### **11.15.3. Metas**

As metas a serem atingidas após a decisão efetiva de descomissionar a usina são:

- obter licenciamento específico para o descomissionamento nos órgãos licenciadores competentes;

- realizar o inventário de todos os equipamentos contaminados, com determinação dos níveis de radiação e tomadas de medidas nas tubulações e blindagens;
- determinar as seqüências e métodos que facilitem o processo de descomissionamento, conforme as normas a serem estabelecidas pela CNEN;
- preparar um informe sobre o impacto no meio ambiente e os benefícios resultantes do fechamento da instalação;
- analisar a segurança do processo, com a sua descrição e especificações técnicas, de modo a não acarretar nenhum prejuízo à saúde e à segurança da população e dos trabalhadores envolvidos;
- determinar as modificações a serem feitas nos edifícios, bem como acréscimos provisórios, conforme a alternativa de descomissionamento adotada.

#### **11.15.4. Processos de Descomissionamento**

O processo de descomissionamento é essencialmente baseado nas metodologias americanas, que consistem de três alternativas de descomissionamento: DECON, SAFSTOR e ENTOMB, ou a de três estágios, da AIEA.

DECON – consiste no desmantelamento total da usina logo após sua retirada de operação;

SAFSTOR – o desmantelamento é precedido de confinamento por um período de 10 a 30 anos;

ENTOMB – significa enclausurar definitivamente as partes contaminadas da usina. (alternativa muito pouco utilizada, que não tem aceitação ampla).

No caso das usinas nucleares da CNAEA, a alternativa considerada para a efetivação do descomissionamento é o SAFSTOR.

#### **11.15.5. Público Alvo**

Público interno da CNAEA, população residente na região de Angra dos Reis e Parati.

#### **11.15.6. Metodologia e Descrição do Programa**

Dentre as condicionantes apresentadas na Moção nº 031 do Conama, referenciada no Parágrafo II do Artigo 1º da resolução nº 05 do CNPE, incluem-se aquelas relacionadas com

preocupação de assegurar condições técnicas e financeiras para o futuro descomissionamento das unidades da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto.

O processo de descomissionamento das usinas nucleoeletricas é regulado no âmbito do licenciamento nuclear.

A CNEN, no item 8.10 de sua norma NE-1.04 – “Licenciamento de Instalações Nucleares”, estabelece que, para o encerramento das atividades de operação de uma usina nucleoeletrica, a organização operadora deverá iniciar um procedimento formal de Cancelamento da Autorização de Operação Permanente.

De acordo com a norma, a organização operadora deverá encaminhar à CNEN um requerimento demonstrando que a desmontagem da instalação e a disposição de suas partes será realizada de forma segura, de acordo com as normas específicas a serem estabelecidas pela CNEN e que não acarretarão prejuízos à saúde e à segurança da população como um todo, do trabalhador e do meio ambiente.

No caso de Angra 1 e Angra 2, esta exigência é referenciada como uma das condicionantes da Autorização para Operação Permanente o que deverá ocorrer também para a Autorização para Operação Permanente de Angra 3.

Como preparação para a definição de um Plano Técnico para o descomissionamento a se realizar em um prazo não inferior a 30 anos a partir do início da operação dessa usina, as atividades da Eletronuclear, de agora até cerca de 10 anos antes da data de término da operação, se limitarão, no campo técnico, ao acompanhamento da evolução tecnológica e dos custos para execução do descomissionamento.

No período de 10 anos que antecede o desligamento definitivo da unidade, a Eletronuclear deverá elaborar um Plano de Descomissionamento, que contemplará:

- Tecnologia de descomissionamento a ser adotada;
- Estudos para desmantelamento e armazenamento seguro dos componentes da usina;
- Estudos de local e de condições de armazenagem;
- Desenvolvimento dos processos de licenciamento ambiental e nuclear;
- Contratação da execução dos serviços.

Os recursos necessários para o descomissionamento das Unidades Operacionais da CNAEA (Angra 1, Angra 2 e Angra 3), foram calculados com base em estudos específicos desenvolvidos para o descomissionamento de usinas norte americanas, européias, canadenses e japonesas, atualmente em diferentes estágios do processo de descomissionamento. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 25 a seguir.

Tabela 25 – Custo de descomissionamento previsto para as unidades operacionais da CNAAA.

Usina	Custo do Descomissionamento
Angra 1	US\$ 198 milhões
Angra 2	US\$ 240 milhões
Angra 3	US\$ 240 milhões

Os recursos para o descomissionamento são oriundos da tarifa de venda de energia gerada pelas três unidades.

#### **11.15.7. Inter-relação com outros Planos e Programas**

Este programa está relacionado com o Programa de Comunicação Social e com os demais programas desenvolvidos pela Eletronuclear, de forma que todas as ações realizadas sejam fonte de informação para o programa em questão.

#### **11.15.8. Etapas de Execução**

Este programa entrará em execução no período não inferior a dez anos para o descomissionamento da Unidade 3 da CNAAA.

#### **11.15.9. Responsáveis**

Este programa é permanente e está à cargo da Eletronuclear.

### **11.16. PROGRAMA DE MONITORAMENTO SISMOLÓGICO REGIONAL**

#### **11.16.1. Justificativa**

Aprimorar o conhecimento sismotectônico da região da CNAAA através dos registros de movimentos de baixa intensidade, sejam de origem tectônica ou de desmoronamentos da plataforma continental.

Os registros permitirão aumentar o conhecimento sobre as falhas geológicas da região, leis de atenuação das ondas pelo solo e um maior conhecimento da frequência de sismos regionais que formam a base da Análise de Risco Sísmico da CNAAA.

Desta forma, a segurança da população e do meio ambiente é garantida através das funções de segurança das usinas nucleares. Essas funções de segurança são mantidas mesmo que ocorra um terremoto igual ao maior terremoto já registrado num raio de 320 km (critério determinístico) ou ao maior terremoto que possa ocorrer num período de 10.000 anos (critério probabilístico). O monitoramento sísmico da região visa manter uma base completa e confiável de dados de sismos regionais.

### **11.16.2. Objetivos**

Este programa tem por objetivo dar continuidade ao monitoramento sísmico da região da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA, onde se localiza a área proposta para a instalação de Angra 3.

Para tal, em outubro de 2001 foi assinado o Termo de Cooperação entre a Eletronuclear e o Instituto de Astronomia e Geofísica da USP - IAG/USP, através da Fusp (Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo). O IAG/USP é uma instituição que tem vários especialistas na área de sismologia.

### **11.16.3. Metas**

Obtenção e registro de dados sobre:

- dados de sismos locais, regionais e de telessismos,
- determinação de epicentros de pequena magnitude,
- conhecimento da estrutura crustal sob a região de Angra dos Reis.

### **11.16.4. Público Alvo**

A população localizada na microrregião da Baía da Ilha Grande; e, em particular, a Eletronuclear, pois os estudos sismológicas regionais são fundamentais para a identificação e caracterização das fontes sísmicas, utilizados no projeto sísmico dos prédios e equipamentos principais da CNAAA.

### **11.16.5. Metodologia e Descrição do Programa**

A construção do abrigo para os equipamentos da Estação Sismográfica de Angra dos Reis – Esar, localizada no Saco Piraquara de Fora, foi concluída em 2002. A estação conta com um sensor triaxial de banda larga e um registrador digital.

Os boletins sísmicos são emitidos trimestralmente. O primeiro boletim da Esar foi expedido em agosto de 2002, com dados coletados desde o início de 2002.

Os dados são coletados na Esar pelos técnicos do IAG/USP e analisados em São Paulo, pois a estação ainda está operando off-line por dificuldades encontradas no processo de transmissão de dados. Um novo modem foi encomendado, objetivando transmitir os dados armazenados no registrador para um computador que fica localizado na CNAAA. Deste, os dados serão enviados para o IAG/USP em São Paulo, via Internet.

Os dados são registrados continuamente e analisados pelos sismólogos do IAG/USP, sendo emitido trimestralmente um boletim sísmico para a Eletronuclear. Os resultados permitem uma determinação de epicentros de pequena magnitude, uma avaliação da espessura da crosta terrestre e da velocidade de propagação das ondas sísmicas na região. Alguns dos eventos de pequena magnitude registrados são devidos, possivelmente, a explosões em pedreiras nas proximidades. Terremotos de grande magnitude, com epicentros localizados a grandes distâncias, são também registrados na Esar.

### **11.16.6. Inter-relação com outros Planos e Programas**

Este programa está relacionado com os demais programas relacionados à segurança das instalações da CNAAA, como o Programa de Monitoramento das Encostas Marginais.

### **11.16.7. Etapas de Execução**

As coletas de dados são realizadas periodicamente na Esar e os boletins sísmicos são emitidos trimestralmente.

### **11.16.8. Responsáveis**

A responsabilidade pela execução do programa é da Eletronuclear, por meio da Gerência de Análise de Tensões, em de cooperação com o Instituto de Astronomia e Geofísica da USP - IAG/USP.

## **11.17. PROGRAMA DE MEDIDA DE TEMPERATURA NO SACO PIRAQUARA DE FORA E ITAORNA**

### **11.17.1. Justificativa**

A execução deste programa visa manter a qualidade das águas salinas onde ocorre o lançamento de efluentes da CNAAA no meio ambiente, em atendimento às normas vigentes, com seus respectivos limites.

### **11.17.2. Objetivos**

O objetivo deste programa é monitorar a temperatura das águas no Saco Piraquara de Fora e Itaorna, para o acompanhamento da dispersão térmica das Unidades da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA.

### **11.17.3. Metas**

Manter a qualidade das águas utilizadas na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA dentro dos limites estabelecidos pelas normas vigentes.

### **11.17.4. Público Alvo**

O público alvo do presente programa é composto por toda a população residente na área da Eletronuclear, bem como a população residente nas regiões incluídas na área de influência direta do empreendimento.

### **11.17.5. Metodologia e Descrição do Programa**

A operação da CNAAA utiliza grande quantidade de água do mar, para condensar o vapor gerado no circuito secundário.

Dessa forma, para a execução deste programa, são realizadas quinzenalmente no Saco Piraquara de Fora e em Itaorna, medidas das temperaturas, nas profundidades de 0,5, 2 e 4 metros.

As medições são realizadas ao longo do eixo da tomada d'água de Angra 1 (Enseada de Itaorna) até o ponto final de 1.100 metros, com registros de temperaturas nos pontos 0 m, 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, 600 m, 700 m, 800 m, 900 m, 1000 m e 1100 m, nas profundidades de 0,5, 2 e 4 metros.

No Saco Piraquara de Fora as medições ocorrem ao longo do eixo de lançamento até o ponto final de 1.200 m, com medidas em 0m, 50 m, 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, 600

m, 700 m, 800 m, 900 m, 1000 m, 1100 m e 1200 m, sendo realizadas apenas para a profundidade de 0,5 m, uma vez que a profundidade na área próxima ao ponto de lançamento dos efluentes não alcança 2,0 m.

#### **11.17.6. Inter-relação com outros Planos e Programas**

Este programa está relacionado com o Programa de Monitoração e Controle da Qualidade das Águas, com o Programa de Monitoramento da Fauna e Flora Marinha na Fase Operacional e com o Programa de Medida de Cloro Residual no Saco Piraquara de Fora

#### **11.17.7. Etapas de Execução**

Este é um programa permanente, com frequências de medições quinzenais, com emissão de relatórios mensais a Feema e anuais ao Ibama.

#### **11.17.8. Responsáveis**

A supervisão deste programa é da Divisão de Meio Ambiente e Segurança do Trabalho, e a sua execução está sob a responsabilidade do Laboratório de Monitoração Ambiental (LMA) da CNAAA. A elaboração e envio dos relatórios mensais e anuais aos órgãos fiscalizadores são de responsabilidade da Gerência de Meio Ambiente.

### **11.18. PROGRAMA DE MONITORAÇÃO DA FAUNA E FLORA MARINHAS**

#### **11.18.1. Justificativa**

Este programa ocorre em função da preocupação da empresa com o ambiente marinho e em atendimento à legislação ambiental vigente, em especial à NT 319 da Feema, que trata dos critérios de qualidade de água para preservação de fauna e flora marinha, e a DZ 302 – Padrões de Qualidade dos Corpos D'água segundo os Usos Benéficos.

#### **11.18.2. Objetivos**

Continuidade do Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha (PMFFM), em função da operação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA, nas áreas de plâncton, bentos, necton e parâmetros físico-químicos da água do mar.

### **11.18.3. Metas**

Manutenção da flora, fauna e da qualidade das águas marinhas dentro dos limites estabelecidos pelas normas vigentes, na área de lançamento dos efluentes líquidos das Unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA.

### **11.18.4. Público Alvo**

O público alvo do presente programa é composto por toda a população residente na área de influência direta da CNAAA, bem como a população residente nas regiões afetadas pela operação do empreendimento.

### **11.18.5. Metodologia e Descrição do Programa**

A metodologia, frequências de coleta e pontos de amostragem utilizados no programa, bem como as espécies acompanhadas, foram determinadas a partir dos estudos realizados pelo Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro na fase pré-operacional das usinas de Angra 1 e 2.

Os locais de amostragem são: Saco Piraquara de Fora (área B-Impacto), Saco Piraquara de Dentro (área A-Controle) e Itaorna (área C-Controle). As áreas de controle são locais isentos de influências dos efluentes da CNAAA, sendo utilizados, portanto, como fonte de comparação para detecção de alterações na biota marinha na área de lançamento.

Além das amostragens de fauna e flora marinhas, são realizadas as medidas de temperatura e cloro (programas específicos). Assim é possível avaliar a influência produzida pelo lançamento advindo da operação da CNAAA.

Todos os procedimentos pertinentes a este programa estão descritos nos seguintes procedimentos internos da Eletronuclear: 2PR-B 01 a 2PR-B 27 e 2PR-B 29.

Caso ocorram alterações ambientais que provoquem mudanças populacionais nos organismos indicadores, serão implementadas medidas para investigação do ocorrido, bem como investigação em outras áreas não influenciadas pelo lançamento, para confirmação do possível impacto.

As informações são tratadas estatisticamente e apresentadas nos relatórios anuais, que são comparados com os dados levantados em anos anteriores e na fase pré-operacional.

#### **11.18.6. Inter-relação com outros Planos e Programas**

Este programa está relacionado com o Programa de Medida de Temperatura no Saco Piraquara de Fora e Itaorna, com o Programa de Monitoração e Controle da Qualidade das Águas e com o Programa de Medida de Cloro Residual no Saco Piraquara de Fora.

#### **11.18.7. Etapas de Execução**

Este é um programa permanente, com frequências de coletas variando entre mensais bimestrais e sazonais e emissão de Relatório Anual de Monitoramento.

#### **11.18.8. Responsáveis**

A supervisão deste programa é da Divisão de Meio Ambiente e Segurança do Trabalho, e a sua execução está sob a responsabilidade do Laboratório de Monitoração Ambiental (LMA) da CNAAA.

### **11.19. PROGRAMA DE MEDIDA DE CLORO RESIDUAL NO SACO PIRAQUARA DE FORA**

#### **11.19.1. Justificativa**

A execução deste programa visa manter a qualidade das águas salinas onde ocorre o lançamento de efluentes da CNAAA no meio ambiente, em atendimento às normas vigentes, com seus respectivos limites.

#### **11.19.2. Objetivos**

O objetivo deste programa é monitorar a concentração de cloro residual lançada no Saco Piraquara de Fora pela água de circulação, de forma a garantir que os limites estabelecidos pela Feema não sejam ultrapassados.

#### **11.19.3. Metas**

Manter a qualidade das águas utilizadas pela CNAAA dentro dos limites estabelecidos pelas normas vigentes.

#### **11.19.4. Público Alvo**

O público alvo do presente programa é composto por toda a população residente na área de influência direta da Eletronuclear, bem como a população residente nas regiões afetadas pela operação do empreendimento.

#### **11.19.5. Metodologia e Descrição do Programa**

A operação da CNAAA utiliza grande quantidade de água do mar, para condensar o vapor gerado no circuito secundário.

Dessa forma, em cumprimento a este programa, são realizadas semanalmente no Saco Piraquara de Fora, medições das concentrações de cloro residual.

Os resultados das análises de cloro não podem ultrapassar o limite de 0,01 mg/L no limite da zona de mistura, que é de 750 metros, conforme foi estabelecidos nas normas vigentes, em especial a NT 319 da Feema, que trata dos critérios de qualidade de água para preservação de fauna e flora marinha e a DZ 302 – Padrões de Qualidade dos Corpos D'água segundo os Usos Benéficos.

Qualquer valor encontrado acima dos limites normativos deverá ser imediatamente reportado à Divisão de Meio Ambiente e Segurança do Trabalho, que, por meio da Gerência de Monitoração, informa a Gerência de Meio Ambiente, para que esta posteriormente notifique a Feema. Além disso, a Gerência de Monitoração emite um relatório mensal das amostragens e seus resultados, que também é enviado à Gerência de Meio Ambiente, que, por sua vez, encaminha o relatório à Feema.

#### **11.19.6. Inter-relação com outros Planos e Programas**

Este programa está relacionado com o Programa de Monitoração e Controle da Qualidade das Águas, com o Programa de Monitoramento da Fauna e Flora Marinha na Fase Operacional e com o Programa de Medida de Temperatura no Saco Piraquara de Fora e Itaorna.

#### **11.19.7. Etapas de Execução**

Este é um programa permanente, com as frequências de coleta sendo semanais e emissão de relatórios mensais e anuais de acompanhamento.

### **11.19.8. Responsáveis**

A execução deste programa é de responsabilidade do Laboratório de Monitoração Ambiental - LMA da CNAAA, sob a supervisão da Divisão de Meio Ambiente e Segurança do Trabalho. Cabe ao Laboratório de Monitoração Ambiental – LMA a aquisição de dados e a elaboração dos relatórios, e à Gerência de Meio Ambiente o envio dos relatórios mensais à Feema e dos relatórios anuais ao Ibama.

## **11.20. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS (NÃO RADIOATIVOS)**

### **11.20.1. Justificativa**

Garantir o tratamento e disposição dos resíduos não radioativos gerados na CNAAA de forma a atender os padrões estabelecidos pela legislação vigente, inclusive os resíduos produzidos durante a implantação de Angra 3.

### **11.20.2. Objetivos**

O objetivo deste programa é estabelecer a metodologia de destinação de resíduos sólidos, semi-sólidos e líquidos não passíveis de tratamento convencional, provenientes de quaisquer fontes poluidoras, buscando minimizar a sua geração e priorizando a sua recuperação e reciclagem.

Este programa não é aplicável aos resíduos radioativos que possuem programas específicos.

### **11.20.3. Metas**

Garantir a segregação, acondicionamento, identificação, armazenamento temporário, transporte e disposição final de todos os resíduos industriais gerados na CNAAA de acordo com o estabelecido pela legislação vigente.

### **11.20.4. Classificações e Definições Utilizadas**

- Resíduos – são restos provenientes de quaisquer atividades ou processos de origens industrial, hospitalar, comercial, agropecuária e outras, incluindo os lodos e cinzas provenientes de sistema de controle de poluição ou de tratamento de água, nos estados sólidos, semi-sólidos e/ou líquidos, não passíveis de tratamento convencional.

- Sistema de Manifesto de Resíduos – sistema de controle de resíduos industriais que, através do uso de formulário próprio, denominado Manifesto de Resíduos Industriais, permite conhecer e controlar a forma de destinação dada pelo gerador, transportador e receptor aos resíduos industriais.
- Manifesto de Resíduos Industriais – formulário numerado, a ser utilizado pelo Sistema de Manifesto de Resíduos Industriais.

Os resíduos são classificados de acordo com a NBR-10.004 da ABNT, a saber:

- Resíduos Perigosos – classe I – são os resíduos que apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- Resíduo não inerte – classe II – são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – perigosos e classe III – inertes nos termos da NBR 10.004. Os resíduos classe II – não inertes podem ter algumas propriedades, tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.
- Resíduos inertes – classe III – quaisquer resíduos que quando amostrados de forma representativa (NBR 10.007 – amostragem de resíduos) e submetidos a contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização de resíduos, e não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados à concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se os padrões de aspecto de cor, turbidez e sabor.

#### **11.20.5. Público Alvo**

O público alvo deste programa é composto por todos os funcionários da CNAAA, que direta ou indiretamente produzem resíduos durante a operação das Unidades 1, 2 e 3 e demais edificações existentes.

#### **11.20.6. Metodologia e Descrição do Programa**

Na ocorrência de geração de qualquer resíduo nas áreas da CNAAA a unidade organizacional geradora deverá acondicionar os resíduos de forma adequada, identificando-os de forma legível conforme procedimentos utilizados pela Eletronuclear.

Em casos específicos a Divisão de Proteção Radiológica deverá avaliar e atestar a ocorrência ou não de riscos radiológicos do resíduo.

No caso da possibilidade de comercialização o resíduo deverá ser disponibilizado em leilões através da Gerência de Suprimentos, que providenciará a inclusão do material nos lotes dos leilões. Assim como nos casos de leilão, as empresas receptoras para

tratamento/destinação final deverão obrigatoriamente estar licenciadas para atividade proposta e estar em dia com o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras.

Os produtos contemplados na lista D2 da Resolução ANVS/RDC nº 228, de 11 de dezembro de 2001, sujeitos ao controle da Polícia Federal deverão ser acompanhados de documentação específica conforme exigido na legislação.

Os produtos controlados pelo Ministério do Exército, de acordo com Decreto 3.665, não poderão ser disponibilizados em leilão, nem descartados via contrato de serviço pela Eletronuclear. Quando existir a necessidade de descartar qualquer destes materiais, o Ministério do Exército deverá ser previamente contatado para dar as orientações necessárias.

Na saída do resíduo a Divisão de Meio Ambiente e Segurança do Trabalho preencherá o manifesto de resíduos, arquivando a primeira via, entregando as demais para o transportador, todas datadas e assinadas. No caso de se tratar de produtos perigosos deverá ser entregue também ao transportador o Plano de Emergência de Transporte.

De dois em dois anos a Divisão de Meio Ambiente e Segurança do Trabalho emitirá o Inventário de Resíduos para atualização das informações contidas neste e este deverá ser enviado a Feema num prazo máximo de abril.

#### **11.20.7. Inter-relação com outros Planos e Programas**

O programa está relacionado com os Programas de Educação Ambiental, Comunicação Social e, principalmente, com o Programa Ambiental de Construção, a ser implementado na fase de implantação de Angra 3.

#### **11.20.8. Etapas de Execução**

O programa ocorre de forma permanente, nas atividades descritas acima em todas as unidades organizacionais da CNAAA.

#### **11.20.9. Responsáveis**

A responsabilidade pela execução do programa é da Eletronuclear, por meio da Divisão de Meio Ambiente e Segurança no Trabalho e está relacionado a todas as unidades geradoras e demais gerências.

## **11.21. PROGRAMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS CONVENCIONAIS**

### **11.21.1. Justificativa**

Necessidade do atendimento absoluto aos limites estipulados nas normas e padrões vigentes para lançamento de efluentes líquidos convencionais (rejeitos de processos) no meio ambiente.

### **11.21.2. Objetivos**

Aplicar os tratamentos adequados aos efluentes líquidos convencionais gerados no empreendimento, de forma a garantir o lançamento destes no meio ambiente dentro dos padrões estabelecidos nas normas e padrões vigentes.

### **11.21.3. Metas**

Efetuar o tratamento em todos os efluentes gerados no empreendimento, de forma a atender as condições de lançamento estabelecidas pelas normas ambientais e satisfação da sociedade quanto ao controle exercido pela empresa sobre seus efluentes.

### **11.21.4. Público Alvo**

O público em geral, inclusive funcionários e contratados da própria empresa, que possam ser afetados pelas condições específicas e características gerais do empreendimento.

### **11.21.5. Metodologia e Descrição do Programa**

Serão implantadas bacias de tratamento com capacidades individuais da ordem de 600 metros cúbicos capazes de permitir aplicações de métodos específicos de tratamento, em operações alternadas e seqüenciais, para tratamento das várias correntes de efluentes líquidos convencionais gerados no empreendimento.

As especificidades das várias correntes de efluentes líquidos convencionais (rejeitos de processos), as quais normalmente demandam opções isoladas ou combinadas de métodos de tratamento com vistas ao atendimento dos objetivos propostos de redução dos níveis de potenciais contaminantes a valores inferiores aos limites máximos definidos nas normas e padrões vigentes, serão tecnicamente avaliadas, para isso levando-se em conta as experiências acumuladas e as tecnologias disponíveis, traduzidas em métodos de tratamento de eficiência suficientemente comprovada.

Basicamente, serão utilizados métodos de tratamento baseados em aerações e reações de oxi-redução, combinados de tal forma que ajustes adicionais das condições do meio de processo a valores e/ou faixas de potencial hidrogeniônico (pH) tecnicamente adequadas e indispensáveis, tenham êxito.

As cargas individuais de efluentes líquidos convencionais antes, durante e após a aplicação dos métodos de tratamento adequados em cada caso, serão monitoradas quanto aos valores de concentrações de contaminantes que contenham e aos níveis de pH, não apenas como condição indispensável para o controle dos próprios métodos de tratamento aplicados, como também, e muito especialmente, para a garantia dos objetivos maiores no estrito cumprimento às normas e padrões vigentes acima citados.

Para o devido controle do inventário dos efluentes líquidos convencionais lançados no meio ambiente, após a conclusão da bem sucedida aplicação dos métodos de tratamento aplicáveis em cada caso, cada carga individual de efluentes líquidos convencionais, no momento do seu lançamento no meio ambiente e após a liberação formal obtida para este fim, será devidamente totalizada para a contabilização geral das quantidades dos efluentes líquidos convencionais e dos respectivos conteúdos liberados.

#### **11.21.6. Etapas de Execução**

O programa será levado a efeito de maneira contínua e permanente, adaptável as futuras condições de operação e demais circunstâncias típicas da Unidade 3 da CNAAA, como por exemplo e dentre elas, as interrupções de operação da usina para recarga de elementos combustíveis.

#### **11.21.7. Responsáveis**

A responsabilidade pela elaboração e implantação, bem como pela efetiva implementação do programa é da Eletronuclear, através da Superintendência de Angra 3.

### **11.22. PROGRAMA DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL RADIOLÓGICO OPERACIONAL – PMARO**

#### **11.22.1. Justificativa**

Este programa ocorre em função da preocupação da empresa com o meio ambiente e em atendimento à legislação ambiental e radiológica vigentes.

### **11.22.2. Objetivos**

Acompanhamento dos níveis de radiação ambiental em várias matrizes e meios durante todo o período de operação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA, bem como a comparação com os valores obtidos no período pré-operacional.

### **11.22.3. Metas**

Monitoramento dos níveis de radiação, verificando se os valores obtidos se encontram dentro das normas vigentes, comparando esses valores com os encontrados na fase pré-operacional do empreendimento.

### **11.22.4. Público Alvo**

O público alvo do presente programa é composto por toda a população residente na área da Eletronuclear, principalmente os funcionários que trabalham diretamente nas áreas de operação.

### **11.22.5. Metodologia e Descrição do Programa**

A metodologia, frequências de coleta e pontos de amostragem utilizados no programa obedecem às normas ambientais e radiológicas vigentes.

O programa realiza as seguintes amostragens:

- análise de amostras marinhas – peixes, algas, areia de praia, sedimentos marinhos e água do mar;
- análise de amostras terrestres – leite de vaca, pastagens, água doce de superfície e de rio, águas subterrâneas, sedimentos de rio, produto agrícola (banana) e solos adjacentes à cultura;
- análise de amostras de ar – material particulado, iodo e precipitação;
- análise de amostras diversas para verificação de nível de trítio;
- análises diretas com dosímetros termoluminescentes.

As amostragens ocorrem em diferentes períodos conforme a análise requerida, variando os períodos entre semanal, mensal e trimestral. Assim, é possível controlar toda a área sob influência da operação da CNAAA.

Todos os valores encontrados são comparados com os registrados no período pré-operacional da CNAAA.

As análises são realizadas no Laboratório de Monitoração Ambiental e os resultados encontrados tem como parâmetros de referência os valores de notificação dos radionuclídeos com as respectivas matrizes (como sedimentos, leite, água e etc) estabelecidas no NUREG 1301 (*Offsite dose Calculation Manual Guidance: Standard Radiological Effluent Controls for Pressurized Water Reactors – 1991*) e em valores estabelecidos pela CNEN.

#### **11.22.6. Inter-relação com outros Planos e Programas**

Este programa está relacionado com o todos os demais programas de monitoramento da CNAAA.

#### **11.22.7. Etapas de Execução**

Este é um programa permanente, com frequências de coleta variando entre semanais, mensais e trimestrais, e emissão de relatório anual de monitoramento.

#### **11.22.8. Responsáveis**

A supervisão deste programa é da Divisão de Meio Ambiente e Segurança do Trabalho e sua execução está sob a responsabilidade do Laboratório de Monitoração Ambiental -LMA da CNAAA.

## BIBLIOGRAFIA – VOLUME 5

BISSET, R. **Methods for EIA: a selective survey with case studies**. Documento apresentado em Training Course on EIA, China, 1987. n.p.

BOLEA, M.T. **Evaluación del impacto ambiental**. Madrid: Fundación MAPFRE, 1984.

BUNDESMINISTERIUM DES INNERN. **Allgemeine Berechnungsgrundlage für die Strahlenexposition bei radioaktiven Ableitungen mit der Abluft oder in Oberflächengewässern**. August, 1979. 68p.

DIAS, WILSON. **Fatores de Conversão de Dose para uma Nuvem Semi-Infinita**. Eletronuclear Relatório GAS.T/BN/1170/0100030, Agosto de 2001. 6p.

ELETRONUCLEAR S.A. **Final Safety Analysis Report – FSAR Angra 2 (ver 05)**. Eletronuclear, Rio de Janeiro, 2001.

ELETRONUCLEAR S.A. **Preliminary Safety Analysis Report – PSAR Angra 3 (ver 00)**. Eletronuclear, Rio de Janeiro, 2002.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **"REFERENCE BIOSPHERES" for solid radioactive waste disposal. ANNEX BII-Guidance on the Definition of Critical and Other Hypothetical Exposed Groups for Solid Radioactive Waste Disposal**. IAEA-BIOMASS-6, July 2003.560p.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **National Policies and Regulations for Decommissioning Nuclear Facilities**. IAEA-TECDOC-714, International Atomic Energy Agency, Vienna. 1993.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Termo de Referência ELPN/Ibama Nº 017/99 – Termo de Referência para a Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e Respectivo Relatório de Impacto Ambiental, para a Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto**. Rio de Janeiro, 1999.

INSTITUT FÜR STRAHLENHYGIENE DES BUNDESGESUNDHEITSAMTES. **Dosisfaktoren für externe Gammastrahlung**.Neuherberg, April 1988. 825p.

INSTITUT FÜR STRAHLENHYGIENE DES BUNDESGESUNDHEITSAMTES. **Dosisfaktoren für Inhalation oder Ingestion von Radionuklidverbindungen**. Neuherberg, 1985 pp2025 5 volumes com 405p cada.

KOHN, A. **Why incentive plans cannot work**. Harvard Business Review (September-October): 54-63. 1993.

MAGRINI, A. **Considerazioni sulla vallutazione di impatto ambientale. Una proposta metodologica per centrali idroelettriche.** In: Revista Brasileira de Energia, Edição Especial 1990. 89-117.

MPS/INSS – MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL/ INSTITUTO NACIONAL DA SEGURIDADE SOCIAL. **Manual do Médico-Perito da Previdência Social.** Perícia médica - Manual I. Brasília: 3a.ed, 1993, 92p. Brasil. Ministério da Previdência, MPS. 1993.

MRS ESTUDOS AMBIENTAIS LTDA. **Estudo de Impacto Ambiental da Unidade III do Depósito Intermediário de Rejeitos Radioativos (DIRR) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA).** Brasília, 2003.

NATRONTEC ESTUDOS E ENGENHARIA DE PROCESSOS LTDA. **Estudo de Impacto Ambiental da Unidade 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra 2.** Rio de Janeiro 1999a. 8v

NATRONTEC ESTUDOS E ENGENHARIA DE PROCESSOS LTDA. **Projeto Básico Ambiental da Unidade 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra 2.** 1999b.

PASQUALETTI, M.J. and K.D. PIJAWKA. **Nuclear Power: Assessing and Managing Hazardous Technology.** Boulder, Colorado: Westview Press, 420 pp. 1984.

SCIENCE – SOCIEDADE CIENTÍFICA DA ESCOLA NACIONAL DE CIÊNCIAS ESTATÍSTICAS. **Análise do ambiente socioeconômico da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA. Relatório Consolidado.** Rio de Janeiro. 2002. pp.1890.

SCIENCE – SOCIEDADE CIENTÍFICA DA ESCOLA NACIONAL DE CIÊNCIAS ESTATÍSTICAS. **Análise do ambiente socioeconômico da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA. Relatório Consolidado – Hábitos Alimentares.** Ver. 1. Rio de Janeiro. Agosto de 2003.

SKAFI, S. **Aktivitätsabgaben von KWU-Leichtwasserreaktoren.** Arbeitsbericht R362/84/0049, 1984.

TOMMASI, L.R. **Estudo de Impacto Ambiental.** Ed. CETESB: Terragraph Artes e Informática, 354p. 1994.

U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. **Calculation of Annual Doses to Man from Routine Releases of Reactor Effluents for the Purpose of Evaluating Compliance with 10 CFR Part 50,** Appendix I. USNRC, Regulatory Guide 1.109 Revision 1, October 1977a. 80p.

U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. **Methods for estimating atmospheric transport and dispersion of gaseous effluents in routine releases from light-water-cooled reactors.** Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; U.S. NRC Regulatory Guide 1.111 Rev. 1: 1977b. 24p.

UERJ - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, DEPTO. DE OCEANOGRAFIA E HIDROLOGIA. **Monitoramento**

**Oceanográfico da Enseada de Piraquara de Fora - Relatório Final.** Uerj, Rio de Janeiro, 2003.

UFRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO , INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS (IGEO). **Levantamento e Diagnóstico Ambiental (Meio Físico) da Área de Influência da Central Nuclear (CNAAA) – Volume I, Eixo 1 – Meteorologia.** UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.

UFRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS (IGEO). **Levantamento e Diagnóstico Ambiental (Meio Físico) da Área de Influência da Central Nuclear (CNAAA) – Volume II, Eixo 2 – Geologia e Recursos Hídricos.** UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.

UFRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS (IGEO). **Levantamento e Diagnóstico Ambiental (Meio Físico) da Área de Influência da Central Nuclear (CNAAA) – Volume III, Eixo 3 – Geomorfologia e Solos.** UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.



## ANEXOS – VOLUME 5

## Anexo 1 – Mapa de Sensibilidade Ambiental (Fase de Implantação)

INSERIR MAPA DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL (FASE DE IMPLANTAÇÃO)

**“Mapa\_SENSIB\_Amb\_Angra3\_SQA\_10MAI2005\_IMPL.dwg”**



Anexo 2 – Mapa de Sensibilidade Ambiental (Fase de Operação)

INSERIR MAPA DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL (FASE DE OPERAÇÃO)

**“Mapa\_SENSIB\_Amb\_Angra3\_SQA\_10MAI2005\_OPER.dwg”**

Anexo 3 – Histograma de trabalhadores para a construção da Unidade 3 da CNAAA (Angra 3)

INSERIR histograma de trabalhadores – construção de Angra 3

**“A3\_HISTOGR1.xls”**