

ÍNDICE

3.3.4 -	Ecologia da Paisagem	1/23
3.3.4.1 -	Justificativa	4/23
3.3.4.2 -	Objetivos	5/23
3.3.4.3 -	Métodos	5/23
3.3.4.4 -	Resultados	7/23
3.3.4.4.1 -	Análise da Paisagem quanto às Classes	7/23
3.3.4.4.2 -	Análise da Paisagem quanto aos Fragmentos	12/23
3.3.4.4.3 -	Áreas Nucleares	15/23
3.3.4.5 -	Discussão	16/23
3.3.4.5.1 -	Zonas de Proximidade	20/23
3.3.4.6 -	Considerações Finais	23/23

ANEXOS

Anexo 3.3.4-1 Métricas da Paisagem

Legendas

Quadro 3.3.4-1 - Métricas da Paisagem.	6/23
Figura 3.3.4-1 - Classes gerais de uso do solo.....	8/23
Quadro 3.3.4-2 - Métricas gerais das classes de uso associados às fitofisionomias nativas.	9/23
Figura 3.3.4-2 - Classes gerais de uso do solo.....	10/23
Figura 3.3.4-3 - Classes gerais de uso do solo.....	11/23
Quadro 3.3.4-3 - Classes de uso associado às fitofisionomias nativas para a delimitação da área de estudo do meio biótico.	11/23
Figura 3.3.4-4 - Número de Fragmentos na Região de Passagem por classe de tamanho.	12/23
Figura 3.3.4-5 - Soma da Área dos Fragmentos na Região de Passagem por classe de tamanho.....	13/23
Figura 3.3.4-6 - Distribuição do número de fragmentos por classe de tamanho.	14/23
Figura 3.3.4-7 - Soma da Área dos fragmentos por classe de tamanho.	14/23
Quadro 3.3.4-4 - Aspectos da Borda.	15/23
Figura 3.3.4-8 - Área acumulada em faixa de borda na Região de Passagem.	15/23
Quadro 3.3.4-5 - Aspectos da Borda.	16/23
Quadro 3.3.4-6 - Classes e quantitativos do Mapa de Uso do Solo.....	18/23
Figura 3.3.4-9 - Incremento de área por Fragmento.....	19/23
Quadro 3.3.4-7 - Classes de proximidade na Região de Passagem.....	21/23
Quadro 3.3.4-8 - Caracterização das zonas de interessantes para ecologia da paisagem.	22/23

3.3.4 - Ecologia da Paisagem

A Ecologia da Paisagem é uma disciplina que tem como objeto de análise o ente onde se expressam as interações dos ecossistemas no espaço, tendo como campo de estudo o grau de interação dos organismos ou dos próprios ecossistemas, nesta dimensão, observados tanto pela perspectiva biológica, quanto espacial (Forman, 1995).

Alguns autores, dentre eles Metzger (2001), agrega à definição de paisagem conceitos como: mosaico, que remete a uma geometria fragmentada, analisada para a dimensão geográfica; manchas ou fragmento que pela condição isolada na paisagem e pela cobertura relativamente homogênea em si apresentam-se como polígonos definidos em meios aos espaços antrópicos, chamados nesta disciplina de matriz. O autor ainda vincula ao conceito de paisagem ao da posição analítica remota do observador, princípio intrínseco a própria percepção semântica de paisagem.

Para Forman (1995), a disciplina ecologia da paisagem evolui da necessidade de análise dos eventos ecológicos numa abrangência que contemple, não somente o funcionamento das unidades ecossistêmicas em si, mas sua interação com espaço circundante, sobretudo pela crescente influência que os sistemas tipicamente antrópicos, exercem sobre a funcionalidade ecológica dos ambientes insulares nativos, antes, contínuos.

Ao efeito de fracionamento de espaços ecológicos contínuos em manchas isoladas, dá-se o nome de fragmentação (Geneletti, 2005). Depois da própria supressão dos habitats, a fragmentação é considerada um dos principais fatores para perda de diversidade (Metzger, 2006). Além de alterações na qualidade do habitat e restrições espaciais, o isolamento de populações imposto pela fragmentação impõe restrições reprodutivas, comprometendo a persistência das espécies nos fragmentos, fazendo destes espaços, tão mais susceptíveis a perda de diversidade e persistência em longo prazo, quanto menores e mais isolados estiverem.

Para espécies de maior mobilidade, entretanto, é possível manter a circulação entre os fragmentos, com travessia dos espaços não-habitat, permitindo desta forma, a ligação de dois ou mais fragmentos, portanto de integração da paisagem. Esta condição é proporcionada por características específicas das populações e dependem, adicionalmente, das características da matriz presente entre os fragmentos, ou em outras palavras, da sua permeabilidade. Ambientes antrópicos têm variados graus de permeabilidade, proporcionando de maneira variável, a conservação das paisagens fragmentadas. Para espécies florestais, são mais interessantes, por exemplo, as pastagens do que as plantações temporárias. Porém, as plantações são comparativamente mais permeáveis que as zonas urbanas.

Para a ecologia da paisagem, o grau de ligação entre os fragmentos é abordado a partir do estudo da conectividade, medida que interpreta a possibilidade de trocas de propágulos (esporos, pólen, sementes e indivíduos) entre os fragmentos, ou numa outra visão, do grau de dificuldade de movimento dos organismos na paisagem. Desta forma, na matriz, as relações ecológicas são impedidas ou filtradas pela condição do meio, portanto levando ao isolamento das manchas entre si, agindo contra a conectividade. Matematicamente, o cálculo da conectividade mede a capacidade da paisagem em permitir os fluxos biológicos entre habitats (Fisher e Lindenmayer, 2007).

A ecologia da paisagem é uma disciplina ainda nova dentro da ciência, incorporando elementos analíticos tanto do universo da biologia, quanto da geografia (Forman, 1995). Por sua natureza transdisciplinar, possui distintas abordagens, enfocando tanto relações espécie-específicas, quanto ecossistêmicas, exigindo, indistintamente, a incorporação da noção de escala, conceito que remete ao grau de distanciamento do observador de seu objeto de estudo. O estudo também exige a definição da unidade da paisagem, qual seja, o delimitador geográfico dentro do qual os aspectos de caracterização são medidos.

Dentro de suas abordagens analíticas, é comum na ecologia da paisagem, a interpretação geométrica de mosaicos antrópicos, observados a partir do estado de uso e cobertura do solo (Forman, 1995, Metzger, 2006). A partir deste mosaico, são identificadas classes de uso, interpretadas como fragmentos de um mesmo tipo vegetacional, nativo ou não, trabalhadas conforme os objetivos gerais do estudo (Geneletti, 2004). Com origem comum no universo das ciências biológicas e da geografia, a ecologia da paisagem frequentemente enfoca a análise das classes de uso do solo e distinções fitogeográficas, e as associações com os diferentes graus de vulnerabilidade e conservação, bem como a representatividade e importância dos remanescentes da cobertura originária no contexto regional.

O conceito de fragmentação, definido por Faring (2003), destaca o processo de transformação de habitats contínuos em manchas de habitat, cujas unidades se apresentam de tamanho e forma variados, cumprindo distintos papéis na composição da paisagem. Pela prática, pode-se complementar, variam também em estado de conservação e guarda. Sem intervenções voltadas a conservação, a fragmentação se constitui um processo crescente nos mosaicos antrópicos, fomentado tanto por efeitos ecológicos como humanos, que compromete a manutenção da diversidade em todos os seus níveis.

Para a ecologia da paisagem, os fragmentos ou manchas são espacialmente identificados como polígonos, insulados em uma matriz, representados pela classe de uso predominante. Metodologicamente, as quantificações e relações entre número e tamanho de fragmentos assim como sua relação numérica e geométrica entre as classes e com a matriz, são representantes do estado de conservação e representam matematicamente o grau de fragmentação da paisagem. Comumente, numa matriz antrópica, os eventos ecológicos são determinados pelo uso e pelas formas de manejo dos recursos naturais. Nesta condição, nesta matriz não se estabelece um processo sucessional, onde a recolonização da biota nativa é impedida de desenvolver pelo processo natural de sucessão.

Dentre os efeitos da fragmentação, cita-se a redução da extensão do habitat nativos *vs* aumento da áreas refratárias; a redução de espécies específicas e raras *vs* aumento da abundancia das espécies generalistas; a redução das populações nativas; e a redução da proporção de área nuclear em relação a área de borda (Faring, 2003). Para os ambientes florestais dos trópicos, a exemplo da Mata Atlântica aqui estudada, estes eventos significam pressões sobre a ampla diversidade específica em favor de uma restrita diversidade generalista (Zanella *et al*, 2012).

O estudo da ecologia em paisagens fragmentadas também exige a inclusão do conceito de borda, representada pela faixa externa do fragmento, portanto de interação do ambiente nativo com a matriz. Ecologicamente, a condição marginal da borda, representa a porção mais vulnerável do fragmento às alterações ecológicas e microclimáticas, onde são favoráveis as condições para colonização das espécies generalista, cosmopolitas e altamente competitivas, típicas da matriz antrópica. Desta forma, as medidas geométricas do fragmento que contemple aspectos relacionados à borda são representantes métricos do estado de vulnerabilidade do fragmento (Tabanez e Viana, 2000).

Neste EIA/RIMA, análise da paisagem concentra-se no conceito de conectividade estrutural, sendo aquela que avalia a paisagem, pelas ligações entre as manchas possíveis a quaisquer espécies, ainda que para muitas, com probabilidade quase negligenciável (Ferrero-Medina e Vieira, 2007). A abordagem adotada é justificada, visto que este estudo busca a identificação de feições da paisagem com foco na conservação, ou em outra visão, para otimização das ações de gestão voltada a conservação, como sugere Koblitz *et al*. (2011). Essa abordagem contrasta, a saber, com a conectividade funcional, isto é, aquela que avalia a capacidade de deslocamento de uma única espécie entre os fragmentos. Embora essa abordagem tenha maior representação nos estudos ecológicos realizados, ela é mais indicada à investigação biológica da fauna (Ferrero-Medina e Vieira, 2007).

Metodologicamente, a ecologia da paisagem trabalha sobre o uso e cobertura do solo, mosaico de onde são extraídas as classes nativas, para as quais são mensurados índices específicos - métricas (Forman, 1995). As métricas, atribuem-se comumente relação direta com funcionalidades ecológicas básicas (Rutledge, 2003), servindo ao diagnóstico do estado de conservação da paisagem. Para cada elemento de análise - fragmento, classe ou paisagem, a ecologia da paisagem agrega métricas próprias, contribuindo para diagnóstico da condição ecológica, respectivamente, do indivíduo (mancha), população (classe) ou para entendimento de toda paisagem (Turner *et al*, 2001).

Paralelamente, também poder ser atribuída à ecologia da paisagem no âmbito do licenciamento ambiental, a identificação de ambientes, que pelo elevado grau de conectividade, sejam interessantes nas estratégias de conservação, conduzindo as ações antrópicas para ambientes mais deteriorados na perspectiva da paisagem. Este fim, é parte do objetivo aqui proposto, propósito também sugerido por Koblitz *et al*. (2011) e Geneletti (2003).

3.3.4.1 - Justificativa

Ao se inserir na paisagem, elementos antrópicos lineares, algumas vezes com secção direta de manchas nativas, pode ser notado o aumento da fragmentação e o isolamento das populações (Geneletti, 2014). Como objeto linear, a Linha de Transmissão 500 kV Estreito - Fernão Dias, pode contribuir para a fragmentação no quadro atual, portanto impondo sinergicamente, o aumento da fragmentação da paisagem.

Para analisar a paisagem ao longo da região atravessada pela LT, foi proposto, no âmbito deste estudo, o cálculo de métricas da paisagem, contribuindo para interpretação, nesta escala, do potencial de interferência da construção e da presença do empreendimento em foco.

Diante da crescente intervenção antrópica sobre os ecossistemas nativos e suas implicações para a conservação da diversidade, o uso das técnicas da ecologia da paisagem como ferramenta analítica, pode servir de forma adicional, para a proposição de ações de planejamento ambiental (Koblitz, 2011).

Com a análise do estado de fragmentação atual, ou com a inserção do empreendimento, podem ser identificadas na paisagem, zonas de elevado grau de conexão entre as manchas, ou seja, zonas interessantes para criação de corredores ecológicos. Podem também ser identificados fragmentos indicados para serem utilizados como trampolins, condição atribuída a determinados fragmentos, que apesar de pequenos e isolados, contribuem para redução do isolamento de outros grandes fragmentos no contexto da paisagem.

3.3.4.2 - Objetivos

▪ Objetivo Geral

Este item tem como objetivo o estudo da estrutura geral da paisagem ao longo da LT 500 kV Estreito-Fernão Dias, visando estudar o mosaico ecológico, a luz do quadro de fragmentação atual.

▪ Objetivos Específicos

- ▶ Compor e analisar os índices e métricas da paisagem para dados secundários;
- ▶ Caracterizar e avaliar o grau de conservação dos biótopos da Área de Estudo, com base nos índices e métricas de paisagem;
- ▶ Indicar o potencial de conexão biológica da paisagem da Área de Estudo, indicando presença de ilhas, trampolins e corredores ecológicos afetados pela passagem da Linha.

3.3.4.3 - Métodos

Para análise da paisagem ao longo da LT, observando os atributos analíticos da ecologia da paisagem, foram adotadas duas áreas de abrangências de estudo. Inicialmente, faz análise da Região de Passagem da LT, definida a partir do entorno de 10 km do eixo central da LT. O caráter alongado da Área de Estudo do Meio Biótico, decorrente da condição linear do empreendimento, é particularmente contraditório as premissas para definição da área amostral, no contexto da Ecologia da Paisagem, implicando em potenciais distorções na mensuração de diversas métricas, particularmente da conectividade entre fragmentos. Portanto, é usada a delimitação da Região de Passagem da LT, que serviu de base comparativa para uma análise mais segura das métricas da paisagem.

Segundo, também foi analisada a fragmentação na Área de Estudo do Meio Biótico (**Item 3.1**). Como apresentado no **Item 3.1 - Definição das Áreas de Estudo**, para a definição da Área de Estudo do Meio Biótico baseou-se nas delimitações das bacias hidrográficas, unidade territorial comumente utilizada como unidade de planejamento. A metodologia baseou-se no sistema de subdivisão e codificação de microbacias hidrográficas (*minimum watershed*). Tal método é também adotado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH para definição das Ottobacias (Pfafstatter, 1989) com base no Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 90 m, disponibilizado pela Embrapa Monitoramento por Satélite - CNPM e gerado pela NASA através do projeto SRTM (2000).

No estudo da Ecologia da Paisagem deste EIA/RIMA, para mapeamento das áreas nativas, foram usados, o Inventário florestal do Estado de São Paulo (Kronka, 2007) e Mapeamento e Inventário da Flora e dos Reflorestamentos de Minas Gerais (Scolforo e Carvalho, 2006), complementarmente, para os respectivos Estados.

Para o estudo da Região de Passagem e para área de estudo, observando o formato estreito e alongado da área de estudo, os polígonos foram selecionados pela interseção com os limites da Área de Estudo do Meio Biótico. O método de seleção por interseção acarreta inclusão de frações das manchas externas à área de estudo definida.

Para indicação da área efetiva dos fragmentos, foi estimada a área nuclear, considerando quatro faixas de borda sucessivas de 50, 100, 150 e 200 m. Uma vez composta a base cartográfica dos polígonos de vegetação nativa, para os mesmos foram determinados os tamanhos em ambiente de geoprocessamento. O incremento de área foi calculado a partir do ordenamento crescente por tamanho, sendo apresentado em valores percentuais, com base no total de área.

As métricas da paisagem são geradas com uso de sistema de informação geográfica (Arcgis 10.1, ESRI), a partir de extensão desenvolvida especificamente para análise da ecologia da paisagem (*Patch Analyst 5.1*, Rempel *et al*, 2012). A partir dos resultados são calculadas as métricas para as classes de uso e para a paisagem, tal como listadas a seguir e conforme definido por Crews e Peralvo (2007, Quadro 3.3.4-1).

Quadro 3.3.4-1 - Métricas da Paisagem.

Escala	Parâmetro	Un	Sigla*
Fragmento	Área do fragmento	(ha)	PA
	Índice de Forma do fragmento		SI
Classe	Área Total da Classe	(ha)	CA
	Número de Fragmentos das Classes	(n)	NumP
	Tamanho de Fragmentos Médio das Classes	(ha)	MPS
	Desvio Padrão do Tamanho de Fragmentos das Classes		PSSD
	Índice de Forma Médio das Classes		MSI
	Perímetro Total das Classes	(m)	TE
	Perímetro Médio das Classes	(m)	MPE
	Densidade de Bordas das Classes		ED

*Da origem inglesa, segundo Crews e Peralvo, 2007 e Rutledge, 1998.

Para indicação do grau de conectividade, foi determinado o Índice de Proximidade limitado ao entorno de 2000 m, ponderado pela relação como o tamanho do fragmento (*Patch Analyst* 5.1, Rempel *et al*, 2012). O índice de proximidade, integra aspectos de vizinhança e tamanho (*Patch Analyst* 5.1, Rempel *et al*, 2012), sendo uma medida adimensional que representa a configuração e condição espacial das manchas na paisagem (Anderson e Bodin 2009). Para cálculo do número de classes de frequência foi usada a fórmula:

$$C = 1 + (3,3 \times \log_{10} n)$$
 sendo C , o número de classes e n o número de fragmentos.

Para delimitação das Zonas de Proximidade foram observados os agrupamentos de fragmentos com índice de proximidade acima da menor classe de distribuição de frequências. As Zonas de Proximidade foram traçadas por polígonos que contenham os agrupamentos de fragmentos de elevado índice de conectividade.

Complementarmente, para análise dos resultados, também foi usada a base cartográfica temática composta para este EIA/RIMA - altimetria, declividade, solos, vulnerabilidade geotécnica, infraestrutura e mapa de uso do solo. Com base no **2818-00-EIA-MP-3004 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo e Áreas de Preservação Permanente**, as classes de uso antrópico, foram consideradas para a identificação do potencial de permeabilidade ecológica, assim como zonas especiais, associada à presença de grandes fragmentos, fragmentos ilhas, trampolins, corredores ecológicos e outras feições de relevância para conservação.

3.3.4.4 - Resultados

3.3.4.4.1 - Análise da Paisagem quanto às Classes

Região de Passagem da LT

Os trabalhos de Kronka (2007) e Scolforo e Carvalho (2006), apesar dos diferentes métodos de classificação e listagem das classes, foram considerados neste estudo como comparáveis entre si, visto que, apesar das diferentes áreas dentro da Região de Passagem, 62% em São Paulo e 38% em Minas Gerais, as mesmas apresentaram fragmentação média similar, 12,4 e 15,6 ha por fragmento.

Numa avaliação preliminar para identificação da Região de Passagem, a paisagem mostrou similaridade quanto ao seu estado de fragmentação e cobertura, quando o tamanho médio por fragmento foi praticamente igual em sucessivas faixas de distanciamento (10, 20, 30 e 40 km), sendo somente adotado o estudo da primeira faixa neste item.

A partir dos inventários florestais de São Paulo (Kronka, 2007) e Minas Gerais (Scolforo e Carvalho, 2006), verifica-se que a região de passagem está em mais da metade de sua área em domínio da Mata Atlântica (59%). Com entorno de 10 km, ao longo de um traçado de 328 km, a Região de Passagem ocupa 684.246,0 ha, possuindo 17% da cobertura composta por formações nativas (114.585,1 ha), que tem como cobertura mais comum aquelas associadas aos fragmentos das fitofisionomias florestais, que superam 2/3 da área conservada (81%). Dentre as demais fitofisionomias, 11,7% estão associados a contatos e 7% a coberturas associadas ao Cerrado, como ilustra a **Figura 3.3.4-1** e lista o **Quadro 3.3.4-2**.

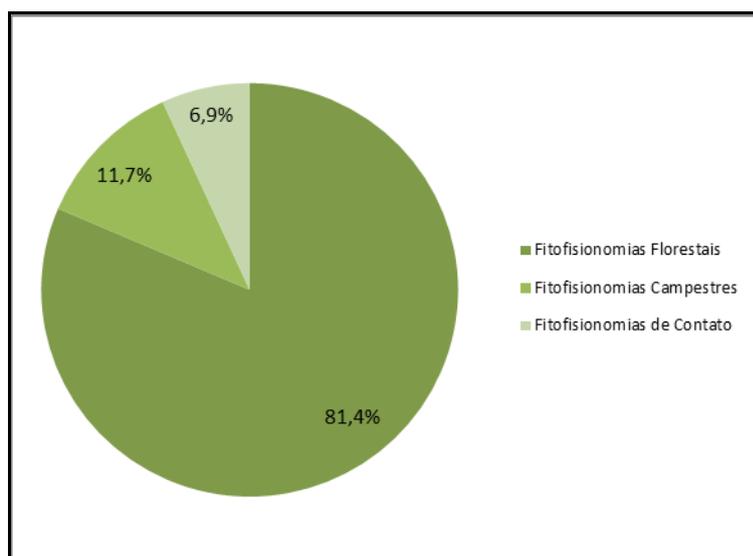


Figura 3.3.4-1 - Classes gerais de uso do solo

A fitofisionomia mais comum registrada na Região de Passagem foi a Floresta Estacional Semidecidual, cobrindo 31% da área nativa, ou 5% da Região de Passagem. Também tiveram considerável participação na composição da cobertura, a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Estacional Semidecidual Montana, que cobrem, respectivamente, 26 e 25% da área nativa, ou 4% da Região de Passagem, conforme apresentado no **Quadro 3.3.4-2**.

Quadro 3.3.4-2 - Métricas gerais das classes de uso associados às fitofisionomias nativas.

Classe	Tamanho (ha)	Tamanho (%)	Manchas (n)	Número de Manchas (%)	Tamanho Médio das Manchas (ha)
Fitofisionomias Florestais					
Floresta Estacional Semidecidual *	35.991,4	31,4	2.720	31,6	13,2
Floresta Ombrófila Densa *	29.229,9	25,5	2.583	30,0	11,3
Floresta Estacional Semidecidual montana **	28.111,3	24,5	2.340	27,2	12,0
Subtotal	93.332,5	81,4	7.643	88,9	
Fitofisionomias Campestres					
Campo rupestre **	5.384,8	4,7	32	0,4	168,3
Campo *	4.726,4	4,1	140	1,6	33,8
Formação Arbóreo / Arbustiva em Região de Várzea *	1.281,3	1,1	244	2,8	
Campo cerrado **	1.203,8	1,1	35	0,4	34,4
Cerrado **	618,0	0,5	26	0,3	23,8
Savana *	215,8	0,2	26	0,3	8,3
Subtotal	13.430,2	11,7	503	5,8	
Fitofisionomias de Contato					
Contato Floresta Estacional / Savana **	7.730,3	6,7	452	5,3	17,1
Contato Savana / Floresta Estacional **	126,8	0,1	4	0,0	31,7
Subtotal	7.857,1	6,9	456	5,3	
Total	114.619,8		8.602		13,3

*Kromka (2007) e ** Scolforo e Carvalho, 2006.

Quanto à delimitação dos Biomas (IBGE, 2010) presentes ao longo da Região de Passagem, a remoção da vegetação nativa alcança valores equivalentes para a Mata Atlântica e o Cerrado, restando respectivamente, 18,3% e 14,0% da área nativa.

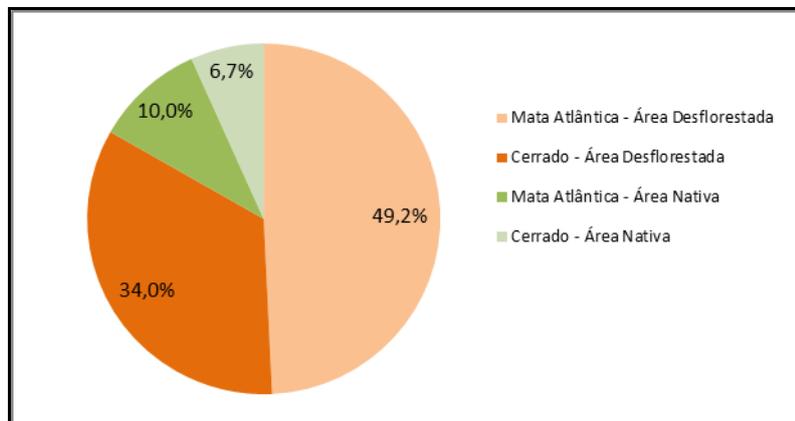


Figura 3.3.4-2 - Classes gerais de uso do solo.

As métricas da Ecologia da Paisagem para a Região de Passagem, produzidas a partir de *software* específico, estão apresentadas no Anexo 3.3.4-1.

Área de Estudo do Meio Biótico

A Área de Estudo do Meio Biótico possui uma extensão de 109,69 ha. A partir da seleção de polígonos publicados por Kronka (2007) e Scolforo e Carvalho (2006), contam-se 1.752 fragmentos que somam uma área de 31.550,7 ha cobertos por formações nativas e que corresponde a 26% do respectivo limite. Como citado, a seleção de fragmentos pela referida delimitação acarreta em inclusão de frações adicionais florestadas ao universo amostral. Portanto, exclusivamente dentro da Área de Estudo do Meio Biótico, estão 19.317,9 ha de área nativa. O restante, classes antrópicas corresponde a 84% da Área de Estudo do Meio Biótico. Também para a delimitação da área de estudo do meio biótico, as fisionomias florestais tem amplo domínio, ocupando 87% da cobertura nativa (Figura 3.3.4-3).

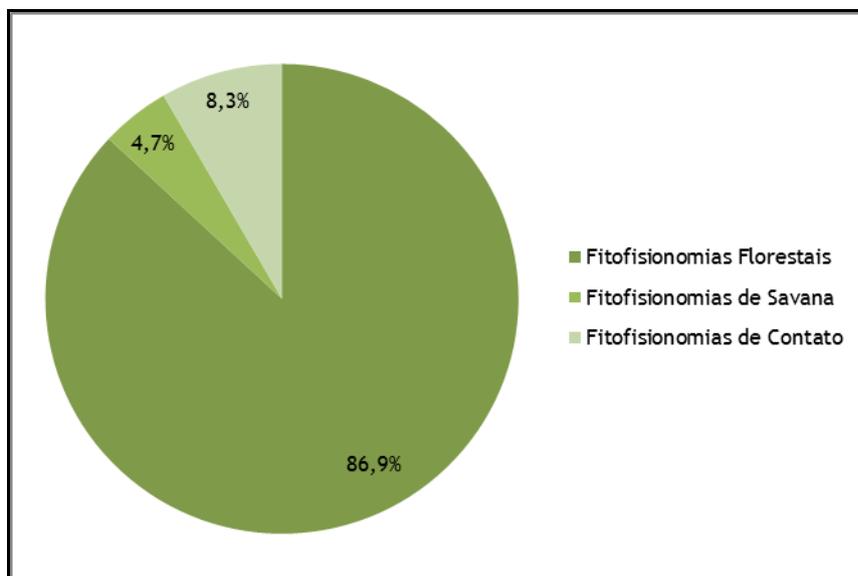


Figura 3.3.4-3 - Classes gerais de uso do solo.

Com diversidade menor, esta abrangência está restrita a oito fitofisionomias, sendo a Floresta Estacional Semidecidual a de maior cobertura (**Quadro 3.3.4-3**), cobrindo 12.163,5 ha ou fração de 39%, junto com a Floresta Ombrófila densa, a cobertura florestal ocupa mais de 2/3 da área nativa remanescente, para dados Kronka (2007) e Scolforo e Carvalho (2006; **Quadro 3.3.4-3**).

Quadro 3.3.4-3 - Classes de uso associado às fitofisionomias nativas para a delimitação da área de estudo do meio biótico.

Classe	Área (ha)	Área (%)	Fragmentos (n)	Área média por fragmento (ha)
Fitofisionomias Florestais				
Floresta ombrófila densa*	8.420,7	26,7	518	16,3
Floresta Estacional Semidecidual*	12.163,0	38,5	564	21,6
Formação Arbórea / Arbustiva em Região de Várzea*	141,5	0,4	27	5,2
Floresta estacional Semidecidual Montana**	6.709,5	21,3	460	14,6
Total	27.434,7	86,9	1.569	57,6
Fitofisionomias de Savana				
Campo**	1.266,9	4,0	29	43,7
Campo cerrado**	130,9	0,4	3	43,6
Cerrado**	95,6	0,3	4	23,9
Total	1.493,4	4,7	36	111,2

Classe	Área (ha)	Área (%)	Fragmentos (n)	Área média por fragmento (ha)
Fitofisionomias de Contato				
Contato Floresta Estacional / Savana**	44,5	0,1	2	22,3
Contato Savana / Floresta Estacional**	2.589,3	8,2	107	24,2
Total	2.633,8	8,3	109	46,5
Total Geral	31.562,0		1.714	

3.3.4.4.2 - Análise da Paisagem quanto aos Fragmentos

Região de Passagem

Na Região de passagem, estão presentes 8.784 fragmentos, que variam entre 1,0 e 2.177,3 ha. Considerando estes valores, foram identificadas 14 classes de frequências, com amplitude de classe de 156 ha (**Figura 3.3.4-4**).

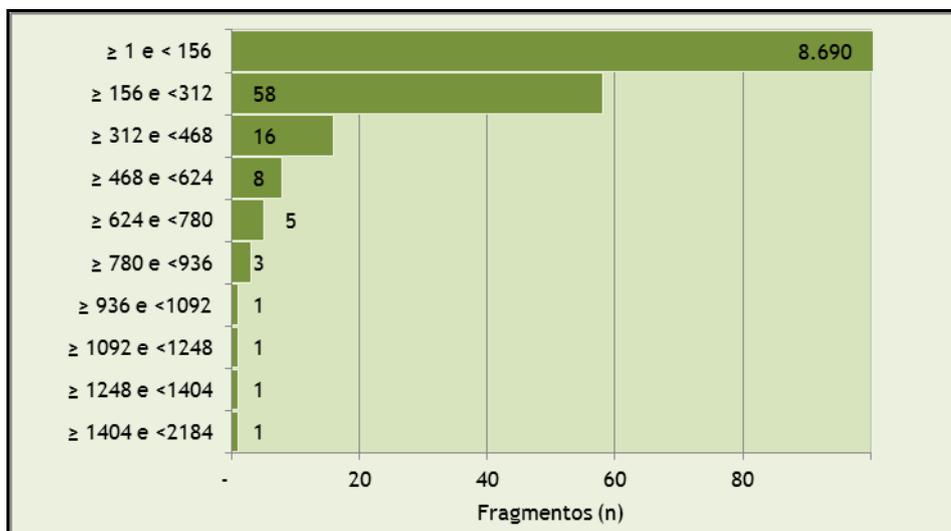


Figura 3.3.4-4 - Número de Fragmentos na Região de Passagem por classe de tamanho.

Ao ser feita a distribuição dos fragmentos em classes de frequência nota-se que entre as classes 10 e 13, não foram constatados fragmentos. A primeira classe de tamanhos de manchas (entre 1 e 156 ha) concentrou mais de 8,6 mil polígonos, fração que alcança 99% do número de fragmentos, apesar de compreender somente 70% da área (**Figura 3.3.4-5**). No universo amostrado, somente 94 fragmentos são maiores que este patamar e somente um está acima de 2 mil ha, com exatos 2.184 ha, representado 2% do total de área nativa.

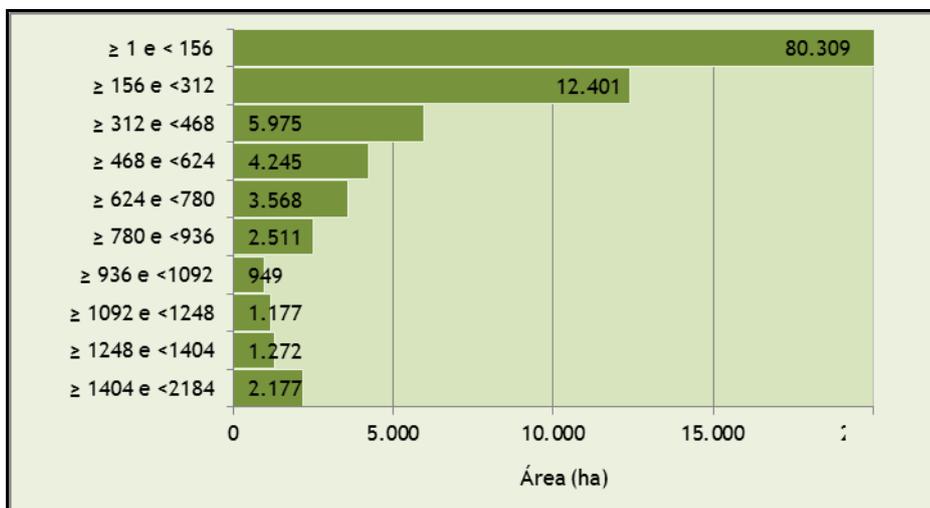


Figura 3.3.4-5 - Soma da Área dos Fragmentos na Região de Passagem por classe de tamanho.

Nesta abrangência, as formações florestais predominam como fitofisionomias associadas aos fragmentos, superando os 80% de todos os fragmentos (n=7.643). As classe de cobertura associadas a Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual montana comportam 2.720, 2.583 e 2.340 fragmentos, restando 959 fragmentos de todas as demais classes somadas.

Área de Estudo do Meio Biótico

A seleção pela Área de Estudo do Meio Biótico abrange 1.714 fragmentos de vegetação nativa, variando entre 1,0 e 949,4 ha. Estes valores resultaram em 12 classes de frequência, com amplitude de classe de 82 ha, tendo número de classes (11) maior que a região de passagem (Figura 3.3.4-6).

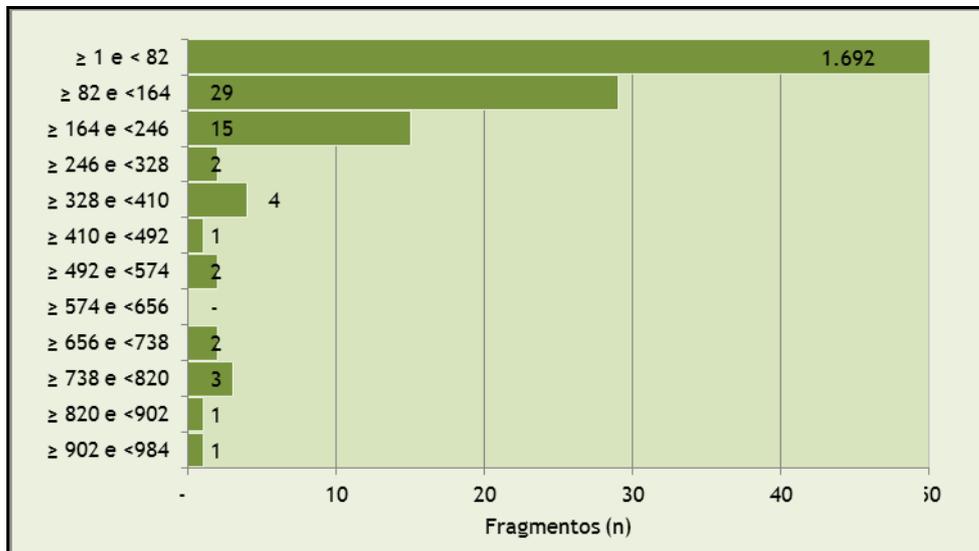


Figura 3.3.4-6 - Distribuição do número de fragmentos por classe de tamanho.

Na Área de Estudo do Meio Biótico, 97% dos fragmentos (1.692) foram enquadrados na classe de tamanho menor, a qual contém 51% da área nativa (16.169,2 ha). O maior fragmento possui área de 949,4 ha e, representa 3% da cobertura identificada como nativa (Figura 3.3.4-6 e Figura 3.3.4-7).

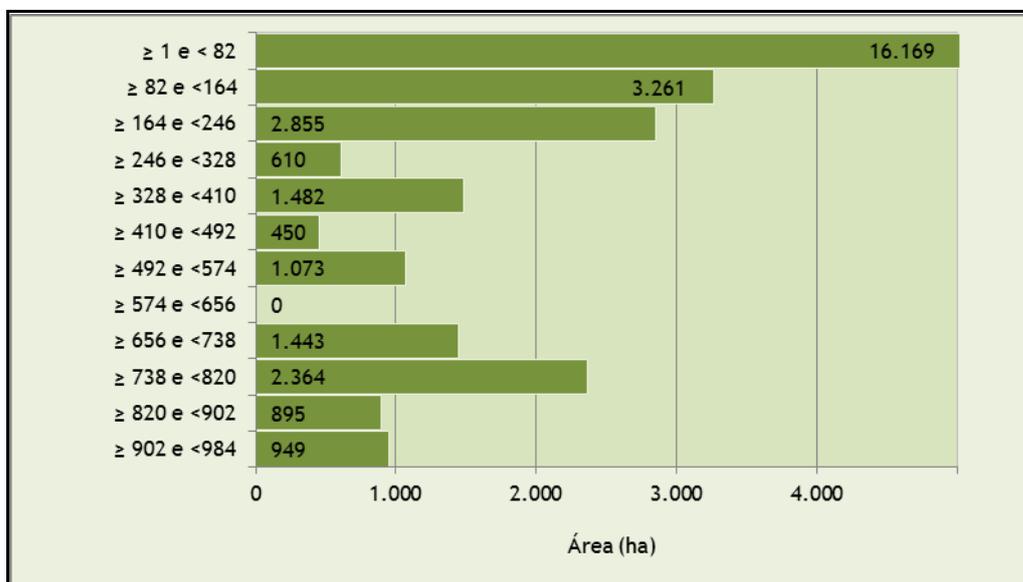


Figura 3.3.4-7 - Soma da Área dos fragmentos por classe de tamanho.

3.3.4.4.3 - Áreas Nucleares

Região de Passagem

A avaliação das áreas nucleares remanescentes, composta a partir da geração de sucessivas bordas, indica que 42% (3.605) dos fragmentos são totalmente comprometidos pelos efeitos de bordas até 50 m, portanto, somando 7% da área (8.339 ha, **Quadro 3.3.4-4**). Quando analisado o critério para borda de 200 m, somente 357 fragmentos contém áreas nucleares, verificadas em polígonos com tamanho superior a 15,7 ha, algumas vezes com mais de um núcleo por fragmento. A soma da área nuclear para bordas de 200 m representa 46% da área nativa (53.085,1 ha; **Quadro 3.3.4-4**).

Quadro 3.3.4-4 - Aspectos da Borda.

Faixa de Borda	Fragmentos susceptíveis a borda				Área Mínima (ha)
	N	N (%)	Área (ha)	Área (%)	
50 m	3.605	41,9	8.338,9	7,3	
100 m	3.365	39,1	21.199,0	18,5	1,1
150 m	915	10,6	17.506,2	15,3	4,2
200 m	360	4,2	14.490,5	12,6	10,8
>200 m	357	4,2	53.085,1	46,3	15
Total	8.602		114.619,8		

Para os fragmentos da região de passagem, cerca de 2/3 da área nativa são comprometidas pelo efeito de borda até 50 m (61,4%, 70.384 ha; **Figura 3.3.4-8**). Ao contrário, restam 5% da área nativa nucleares descontando-se bordas de até 200 m (5.257,3 ha; **Figura 3.3.4-8**).

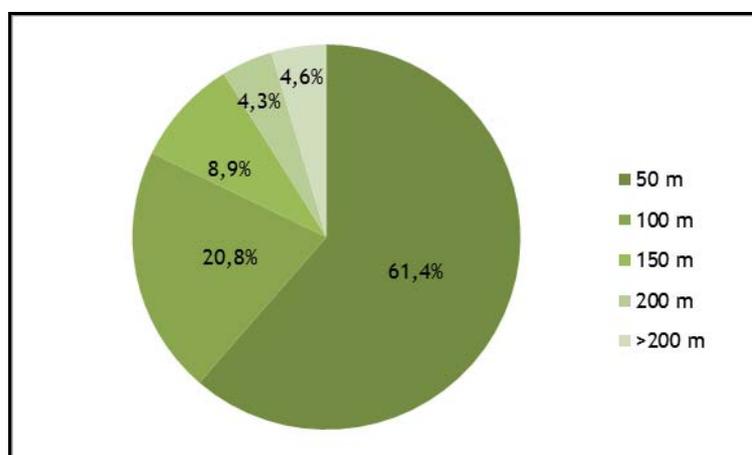


Figura 3.3.4-8 - Área acumulada em faixa de borda na Região de Passagem.

Área de Estudo do Meio Biótico

Na Área de Estudo do Meio Biótico, os fragmentos que tem interferência em borda fixada em 50 m representam 36,9% do total (n=633,). Se fixada uma faixa de borda em 200 m, somente 104 fragmentos (7%) tem regiões nucleares. Nesta abrangência, esta característica reserva 1.573,4 ha de áreas nucleares, 5% do total de áreas nativas (**Quadro 3.3.4-5**). A borda de 50 m contem 58% (18.411,8 ha) enquanto a região nuclear interior a borda de 200 m tem somente 5% da área nativa (1.573,4 ha). Das 357 áreas nucleares na região de passagem, 28 estão também na área de estudo (20%).

Quadro 3.3.4-5 - Aspectos da Borda.

Faixa de Borda (m)	Fragmentos susceptíveis a borda			
	N	N (%)	Área (ha)	Área (%)
50	633	36,9	1.377,0	4,4
100	678	39,6	4.470,8	14,2
150	203	11,8	4.015,7	12,7
200	96	5,6	4.260,4	13,5
>200	104	6,1	17.438,0	55,3
Total	1714		31.562,0	

3.3.4.5 - Discussão

A LT 500 kV Estreito(MG) - Fernão Dias (SP) possui extensão de aproximadamente 328 km, desenhada no vetor Norte - Sul, ao longo da divisa dos estados de Minas Gerais e São Paulo (**2818-00-EIA-MP-1001 - Mapa de localização**). Em termos fitogeográficos, atravessa desde zonas com tendências mais semidecíduais, para aquelas mais úmidas, e no mesmo sentido, desde fitofisionomias mais abertas, associadas ao bioma Cerrado, para aquelas mais florestais, associada à Mata Atlântica. Na divisão de biomas, a LT tem seus primeiros 130 km atravessando o Cerrado e o restante sobre domínios legais da Mata Atlântica (**2818-00-EIA-MP-3004 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo e Áreas de Preservação Permanente**).

Dos 29 municípios atravessados pela LT, 23 têm ao menos parte de seus territórios abrangidos pelos limites legais da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006). Considerando a área territorial abrangida pelo bioma, com base em dados do S.O.S. Mata Atlântica (2013), para os Estados de Minas Gerais e São Paulo, somente há média de 3 e 5% de área nativa nos municípios atravessados pela LT, inferior a média de 8 e 10% do total de municípios dos respectivos estados.

No estudo de Ribeiro *et al.* (2009), para toda a área da Mata Atlântica, 88% da cobertura original foi removida. Para este bioma, que se estende desde o Rio Grande do Norte, até o Rio Grande do Sul, as regiões mais conservadas segundo o respectivo estudo, estão abrigadas em formações serranas, como a Serra do Mar, que abrigam, por exemplo, em 32% de cobertura do bioma.

A Região de Passagem tem 41% de sua abrangência sobre o bioma Cerrado. Em termos métricos, a abrangência deste bioma, assim como da sua área desmatada, depende de inclusões ou não de fitofisionomias de transição e outras ilhas savânicas, presentes em meio a Amazônia ou na própria Mata Atlântica. O PMDBBS/IBAMA (2009) afere a extensão do bioma em 2.038,520 km², e estima que até 2008, 47% representam áreas desmatadas.

Para a cobertura aqui estudada, delimitada pela Região de Passagem, a remoção da vegetação nativa relativa ao Cerrado representou 83%, acima dos valores estimados pelo PMDBBS/IBAMA (2009).

Para os valores aqui apresentados, a despeito das diferentes formações (n=11), a conservação ao longo da LT pode ser descrita como homogênea ao longo de todo eixo, com avançado grau de substituição das formações nativas por aquelas antrópicas, ora destinada à pecuária, ora à agricultura e particularmente às zonas urbanas, ainda que esta última tenha sido por critério, evitada pelo planejamento para desenho do traçado. Na área amostral, a fração de cobertura nativa é exceção, tendo sido removida em 83%, acima dos valores apresentados por Ribeiro *et al.* (2009), sendo representada pela comum fragmentação e isolamento dos remanescentes florestais.

Usada de forma comparativa, para melhor compreensão do estado de conservação da paisagem ao longo da LT, a Região de Passagem apresentou fragmentos de menor tamanho médio que a Área de Estudo do Meio Biótico (13,0 e 18,0 ha por fragmento). A Região de Passagem também apresentou área com cobertura nativa total menor que a Área de Estudo do Meio Biótico (17 e 27%).

Uma proporção similar pode ser constatada na análise dos dados obtidos pela quantificação da Cobertura e Uso do Solo, resumidos no **Quadro 3.3.4-6** e gerado com base em dados digitais de 2014. No mesmo pode verificar que a área de estudo do meio biótico tem 23% de cobertura nativa, apesar de 69% da área nativa ser composta por formações florestais em estágio inicial e médio (**Quadro 3.3.4-6**), indicando um quadro ainda mais comprometido da paisagem que aquele meramente representado pela presença vs. ausência de cobertura nativa.

Quadro 3.3.4-6 - Classes e quantitativos do Mapa de Uso do Solo.

Classe	Área (ha)	Área (%)
Antrópico		
Agricultura	5.655,9	5,2
Agropecuária	58.665,6	53,5
Área antrópica	2.810,6	2,6
Estrada	202,5	0,2
Nuvem	84,0	0,1
Pastagem	14.223,0	13,0
Pasto sujo	891,1	0,8
Silvicultura	2.984,0	2,7
Solo exposto	9,8	0,0
Antrópico: Subtotal	85.526,5	78,0
Cerrado		
Cerrado + Campo Cerrado	808,7	0,7
Contato Cerrado + FES	100,9	0,1
Mata de Galeria	123,2	0,1
Cerrado: Subtotal	1.032,8	0,9
Floresta Estacional Semidecidual (FES)		
FES avançado	41,0	0,0
FES inicial	2.300,0	2,1
FES inicial + médio	14.163,7	12,9
FES médio	3.593,0	3,3
FES médio + avançado	2.107,6	1,9
FES: Subtotal	22.205,2	20,2
Outros		
Afloramento rochoso	6,3	0,0
Corpo d'água	357,4	0,3
Curso d'água	26,1	0,0
Vegetação herbácea de brejo	529,6	0,5
Outros: Total	919,4	0,8
Total Geral	109.684,0	

Fonte: Modificado do Mapa de uso e cobertura do solo (Capítulo 3.2 - Diagnóstico)

A maior proporção da cobertura nativa na área de estudo do meio biótico, portanto, imediatamente associada ao traçado, em comparação com a Região de Passagem, é esperada, visto que ao longo do desenvolvimento do projeto, um dos critérios adotados, implicou em desvios de zonas urbanas e produtivas, buscando a redução de adversidades sobre a população. Porém, dada a complexidade do eixo de passagem, o desvio das classes antrópicas inevitavelmente acarreta em ocupação do traçado sobre as demais classes.

A fragmentação afeta os ecossistemas em diferentes aspectos: de forma direta representa a perda dos habitats pela interferência na cobertura e indiretamente pela interrupção dos fluxos gênicos e ecológicos, comprometendo desta forma, a conservação das manchas em longo prazo (Geneletti, 2004). Para a ecologia da paisagem, os efeitos deletérios da paisagem são medidos por aspectos geométricos das classes de cobertura nativa, assim como por sua configuração espacial, associada às formas e a distribuição dos fragmentos (Turner *et al.*, 2001, Ribeiro *et al.*, 2011).

A região em estudo apresenta, em resumo, elevado grau de fragmentação, condição evidenciada pelo absoluto domínio de fragmentos de pequeno tamanho em relação aos demais.

Numa outra abordagem que analisa o incremento de área por fragmento, estando estes ordenados pelo tamanho, na Região de Passagem, o acúmulo de 50% da área (318.904,5 ha) é alcançado com 97% do número de fragmentos de menor tamanho (n=40.575, **Figura 3.3.4-9**). No outro extremo, verificam-se os oito maiores fragmentos comportam 10% de área (65.259 ha). Exemplificando esta distribuição com a **Figura 3.3.4-9**, observa-se que a distribuição dos fragmentos exibe comportamento em 'J', resultando de um grande número de fragmentos que contribui pouco para o aumento progressivo da área. De forma similar, na Área de Estudo do Meio Biótico, 50% da área (10.358,7 ha, **Figura 3.3.4-9**) é alcançado com a soma dos 95% dos menores fragmentos (n=1.029), onde somente os quatro maiores fragmentos somam 10% da área (3473,4 há; **Figura 3.3.4-9**).

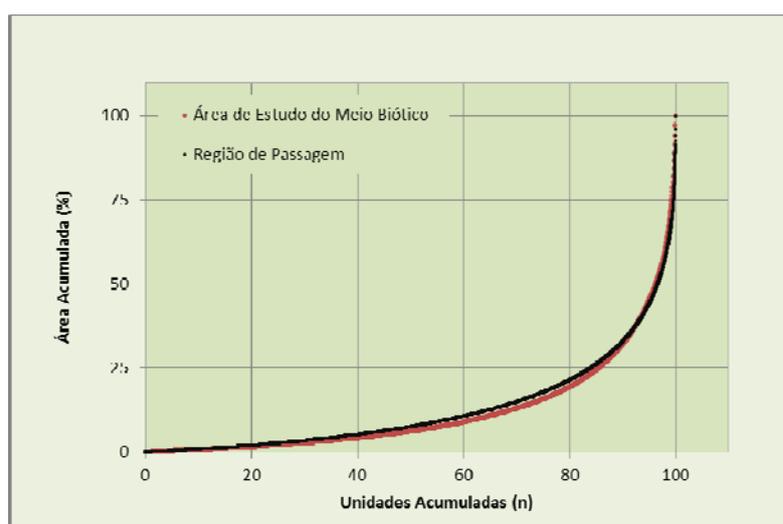


Figura 3.3.4-9 - Incremento de área por Fragmento

A análise exposta na **Figura 3.3.4-9** também resulta em curvas que denotam comportamento similar na distribuição do tamanho dos fragmentos nas duas abrangências estudadas. Contudo observa-se, ligeiramente, maior grau de fragmentação a Área de Estudo do Meio Biótico, quando comparada com a Região de Passagem.

O estado de fragmentação da Mata Atlântica também foi reportado por Zanella *et al.* (2012), que estimam que fragmentos menores de 10 ha representam 86% das unidades da paisagem, no município de Carmo de Minas, em Minas Gerais. Este é o quadro de todo bioma, segundo Ribeiro *et al* (2011), que reporta que dos 12% remanescentes da Mata Atlântica, 84% se encontra em fragmentos menores que 50 ha.

Com uma diversidade de fitofisionomias ainda maior, e com maior dificuldade de mapeamento em largas extensões, o Cerrado encontra-se ainda com poucos estudos para aspectos da fragmentação, não sendo conhecidos, estudos gerais para o bioma.

3.3.4.5.1 - Zonas de Proximidade

Para além da pesquisa científica, a ecologia da paisagem tem importante papel na implementação de ações de relevância para conservação, particularmente nas paisagens de elevada fragmentação, como a região aqui estudada. Nesses ambientes, dada a escassez de recursos para desenvolvimento de ações de conservação dos fragmentos ou para recuperação da cobertura nativa, cabe a otimização das estratégias de conservação, promovendo, por exemplo, a melhoria da conectividade entre os grandes fragmentos, mais viáveis para conservação (Quine e Watts, 2007, Zanella, *et al.*, 2012).

Visando a análise da paisagem e o aumento da conectividade, é composto para este item, as zona de maior proximidade. Para composição das zonas foi usado o índice de proximidade (Rempel *et al*, 2012), que representa uma relação geométrica e de tamanho entre as manchas e dá indicativos do potencial de circulação dos organismos na paisagem (Kadoya, 2009). Na Região de Passagem, o índice de proximidade variou entre 1,6 e 334,1, com média de 6,0 (**Quadro 3.3.4-7**). Observando a distribuição potencial deste índice em 14 classes, verifica-se que a menor classe de tamanho (≥ 1 e <24) concentra 92% dos fragmentos e 68% da área (**Quadro 3.3.4-7**). O índice de proximidade também é usado para gradação de cores apresentada no **2818-00-EIA-MP-5001 - Mapa de Ecologia de Paisagem**.

Quadro 3.3.4-7 - Classes de proximidade na Região de Passagem.

No	Classe	Fragmentos			Área		
		Por Classe (n)	Acumulada (n)	%	Por Classe (ha)	Acumulada (ha)	(%)
1	≥ 1 e <24	8.113	8.113	92,4	78.769	78.769,0	68,7
2	≥ 24 e <48	490	8.603	5,6	17.443	96.212,0	15,2
3	≥ 48 e <72	106	8.709	1,2	4.765	100.977,2	4,2
4	≥ 72 e <96	31	8.740	0,4	3.950	104.927,1	3,4
5	≥ 96 e <120	12	8.752	0,1	3.462	108.389,4	3,0
6	≥ 120 e <144	9	8.761	0,1	139	108.528,1	0,1
7	≥ 144 e <168	5	8.766	0,1	91	108.619,4	0,1
8	≥ 168 e <192	4	8.770	0,0	16	108.635,9	0,0
9	≥ 192 e <216	7	8.777	0,1	4.294	112.929,7	3,7
10	≥ 216 e <240	1	8.778	< 0,1	685	113.614,6	0,6
11	≥ 240 e <264	3	8.781	< 0,1	959	114.574,1	0,8
12	≥ 264 e <288	-	8.781	-	-	114.574,1	-
13	≥ 288 e <312	1	8.782	< 0,1	6	114.580,1	< 0,1
14	≥ 312 e <336	2	8.784	< 0,1	5	114.585,1	< 0,1

Ao se propor medidas de conservação voltadas para a ampliação da conectividade e melhoria da permeabilidade da matriz, como sugere Koblitz *et al.* (2000), devem ser consideradas a permutação de populações abrigadas nos grandes fragmentos. Neste sentido, parte do instrumental da ecologia da paisagem vem a servir para identificação ao longo da paisagem, de ambientes mais interessantes para a aplicação de esforços para recuperação (Zanella *et al.*, 2012). Isso cabe para a identificação de fragmentos, que embora pequenos para abrigo e manutenção de algumas espécies, são interessantes como habitats intermediários entre grandes fragmentos, considerados portanto, ‘ilhas’ ou ‘trampolins’ (Fernandes, 2000). Porções da matriz, que integram grandes fragmentos a pequenos fragmentos intermediários, ambientes ciliares, e eventualmente plantios agroflorestais, podem contribuir para com as estratégias de conservação, atrelando a mesma aspectos favoráveis da paisagem, como apontam Zanella *et al.* (2012).

Diante do cenário posto, com o intuito de identificar as zonas com maior conectividade da paisagem, foram considerados os fragmentos com índice de proximidade acima da primeira classe de frequência (≥ 24), que somaram 671 unidades (Quadro 3.3.4-7). Com base neste grupo, os corredores ou zonas interessantes, foram visualmente traçadas, somando 10 polígonos, tal como listadas no Quadro 3.3.4-8 e ilustradas no Mapa de Ecologia da Paisagem (2818-00-EIA-MP-5001). A denominação dada às zonas de proximidade foram extraídas dos municípios onde ocorrem.

Quadro 3.3.4-8 - Caracterização das zonas de interessantes para ecologia da paisagem.

N	Nome	Corredor
1	Sacramento	Grandes fragmentos com predomínio de fitofisionomias do Cerrado, porém não atravessado pela LT*. Região associada a Área Prioritárias** de Pedregulho para abrigo do Cerrado.
2	Ibiraci	Presença de médios*** fragmentos com predomínio de fitofisionomias do Cerrado, porém com crescente ocupação por silviculturas. Fragmentos guardando pouca declividade, mas abriga zona de cabeceira. Presença de vias rurais e sem rodovias e cidades, mas presença de gleba da agricultura extensiva mecanizada. Região associada a Área Prioritárias** de Pedregulho para abrigo do Cerrado.
3	Itirapuça, Franca	Corredor interligado fragmentos pequenos e a um importante fragmento coberto pela FES de médio + avançado* estágio de sucessão. O mesmo é requerido para criação de unidade de conservação. Também fragmentos guardando hidrografia e bordas declivosas. Conectividade prejudicada pela farta presença de rodovias
4	Monte Sião de Minas/Itamogi	Integra região de elevada fragmentação com pequenos fragmentos associados a FES em estágio inicial e médio* em relevo pouco movimentado. Fragmentos guardando hidrografia, e bordas declivosas. Farta presença de vias e vizinhança da cidade de Monte Sião de Minas
5	Mococa	Interliga grandes fragmentos da FES em estágio médio*. Fragmentos guardando bacia do rio Canoas. Pouco declivosa e presença de rodovias. Região associada a Área Prioritárias** Água da Prata/São José do Rio Pardo, mosaico para abrigo da Mata Atlântica
6	São José do Rio Pardo	Agrupamento grandes de fragmentos de FES em estágio médio*, interligados por pequenos fragmentos. Cobertura vegetal abrigando área declivosas. Presença de rodovias. Região associada a Área Prioritárias** Água da Prata/São José do Rio Pardo, mosaico para abrigo da Mata Atlântica
7	Águas da Prata / SJ da Boa Vista	Agrupa extensos fragmentos FES em médio avançado e, que se estendem para além da área estudada, diversos cobrindo áreas declivosos guardando as bordas da Serra dos Andradas. Presença de rodovias e vizinha a cidade de Águas da Prata. Região associada a Área Prioritárias** Águas da Prata/São José do Rio Pardo, mosaico para abrigo da Mata Atlântica
8	Espirito Santo do Pinhal/Jacutinga	Extensa Área. Sob o traçado estão fragmentos da FES em estágios iniciais, porém os mesmos interligam extensa área fragmentada. Região declivosa, interceptada por vias. Incluir a cidade Sapucaí e vizinha a Espirito Santo do Pinhal Região associada a Área Prioritárias** Águas de Lindoia, mosaico para abrigo da Mata Atlântica
9	Itapira/Água de Lindoia / Monte Sião	FES em estágio inicial e médio* interligando região com grandes fragmentos guardando farta hidrografia. Cobertura vegetal guardando região mediamente declivosa, sem presença de vias. Vizinha a cidade de Serra Negra e Água de Lindoia. Região associada as Áreas Prioritárias** Águas de Lindoia, mosaico para abrigo da Mata Atlântica
10	Serra Negra/Socorro/Lindoia	Traçado cortando fragmentos da FES em estágio médio. Este corredor e os seguintes estão dentro da APA Complexo Piracantareira e Juqueri-Mirim. Cobertura vegetal guardando faixa declivos. Presença e rodovias
11	Atibaia	O traçado increpa fragmentos em FES em estágio inicial e médio*, porém que contribuem para interligação de diversos fragmentos associados a relevos pouco movimentados e a bacia do rio Amaral. Presença de poucas vias, e alcançando a cidade de Atibaia. Região associada a Área Prioritárias** Corredor Cantareira/Mantiqueira, mosaico indicado para criação de unidades de conservação.

*Fonte: Classificação quanto ao estágio sucessional, extraído do Capítulo 3 - Diagnóstico. **FES = Floresta Estacional Semidecidual.

**Segundo Mapa de Áreas Prioritárias para Conservação.

*** Médio e grandes fragmentos são dimensões qualitativas que analisam o painel de fragmentos usados na análise.

Embora as delimitações traçadas visem a ligação dos fragmentos mais representativos, outras feições presentes dentro das zonas - cidades, rodovias e agropecuária são elementos contrários à circulação da biota e contribuem, adicionalmente, com graus diferenciados de refração da matriz antrópica. Nota-se que a delimitação das zonas não considera a presença de rodovias distribuídas em toda área, elemento comum no mosaico da paisagem analisada. Pares de fragmentos em zonas sem rodovias, como Sacramento, no domínio do Cerrado e Itapira/Água de Lindoia / Monte Sião na Mata Atlântica, tem potencialmente, melhor conectividade que aqueles pares atravessados por esta feição. Nas delimitações das zonas traçadas, foram excluídas as áreas urbanas, feição bastante na cobertura analisada como um todo, onde forma inclusas, são cidades de pequenas dimensões, como Sapucaí, na zona Espírito Santo do Pinhal/Jacutinga. Pela baixa utilidade para agricultura, as áreas declivosas estão em parte conservadas, ou em muitos casos, em regeneração, portanto, grande na zona de relevância para a paisagem estão associadas também a variação de declividade. Nestas zonas, a cobertura vegetal, ganha função adicional a conservação da diversidade, ampliando a conservação do solo e redução dos processos erosivos, como na Zona de Serra Negra/Águas de Lindoia.

3.3.4.6 - Considerações Finais

A cobertura nativa da Região de Passagem é composta por cerca de 13% de área nativa, distribuída em mais de 8 mil fragmentos, com absoluta maioria de polígonos de pequeno tamanho, reduzida área efetiva e baixo índice de proximidade.

No âmbito desta análise, para esta paisagem, diante da escassez de ações voltadas a conservação, são indicadas como de interesse as áreas que conjugam grandes fragmentos intercalados por pequenos fragmentos para aplicação de recursos para conservação, que pelo arranjo local, podem vir a representar corredores ecológicos locais. Estas áreas estão identificadas a partir de dez zonas de proximidade, como apresentado no **Mapa de Ecologia da Paisagem (2818-00-EIA-MP-5001)**.

Os trechos com intervenção da LT, tanto na secção de fragmentos de cobertura nativa, assim como pela interferência nas zonas indicada como corredores serão discutidos dentre os impactos, no **Capítulo 4 - Avaliação dos Impactos Ambientais**.

