

ECOLOGIA DA PAISAGEM DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA LINHA DE TRANSMISSÃO 230KV MILAGRES/COREMAS-C2, ESTADOS DO CEARÁ E DA PARAÍBA

Subsídio para a Conservação do Bioma Caatinga
em Área Afetada por um Empreendimento Linear



CONSULTORIA
ENGENHARIA
GERENCIAMENTO

Luciano Moreira Ceolin
Sérgio Augusto Abrahão Morato
Michela Rossane Cavilha Scupino
Renata Cristine da Silva Gonçalves
Juliana Boschirola Lamanna Puga
Joésio Deoclécio Pierin Siqueira

Ecologia da Paisagem da Área de Influência da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2, Estados do Ceará e da Paraíba

Subsídios para a Conservação do Bioma Caatinga em Área Afetada por um Empreendimento Linear

Luciano Moreira Ceolin
Sérgio Augusto Abrahão Morato
Michela Rossane Cavilha Scupino
Renata Cristine da Silva Gonçalves
Juliana Boschirolí Lamanna Puga
Joésio Deoclécio Pierin Siqueira

STCP Engenharia de Projetos Ltda.
Curitiba, Paraná, Brasil



Curitiba, PR
2020

Ficha Catalográfica

Ecologia da Paisagem da Área de Influência da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2, Estados do Ceará e da Paraíba: Subsídios para a Conservação do Bioma Caatinga em Área Afetada por um Empreendimento Linear / Luciano Moreira Ceolin; Sérgio Augusto Abrahão Morato; Michela Rossane Cavilha Scupino; Renata Cristine da Silva Gonçalves; Juliana Boschiroli Lamanna Puga; Joésio Deoclécio Pierin Siqueira. Curitiba, Pr: STCP Engenharia de Projetos Ltda., 2020.
ii + 102 p.

ISBN: 978-85-68814-06-2

1. Ecologia da Paisagem – Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2. I. Ceolin, Luciano M., II. Morato, Sérgio A.A., III. Scupino, Michela R.C., IV. Gonçalves, Renata C.S., V. Puga, Juliana B.L., VI. Siqueira, Joésio D.P., VII. Título.

Depósito Legal na Biblioteca Nacional
conforme Decreto nº 1825, de 20 de dezembro de 1907.

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação
(Câmara Brasileira do Livro, São Paulo, Brasil)

FOTO DA CAPA: Luciano Moreira Ceolin.

CITAÇÃO RECOMENDADA

Ceolin, L.C.; Morato, S.A.A.; Scupino, M.R.C.; Gonçalves, R.C.S.; Puga, J.B.L.; Siqueira, J.D.P., 2020. Ecologia da Paisagem da Área de Influência da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2, Estados do Ceará e da Paraíba: Subsídios para a Conservação do Bioma Caatinga em Área Afetada por um Empreendimento Linear. Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda., ii + 102 p.

Sumário

Apresentação	1
1. Introdução	3
2. Métodos de Estudo.....	5
3. Resultados e Discussão: A Paisagem da Área de Influência da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2	20
Uso e Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal da Área de Influência da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas- C2.....	21
Análise Qualitativa dos Pontos de Amostragem da Área de Influência da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas- C2.....	27
Análise Quantitativa da Evolução Temporal da Paisagem da Área de Influência Direta da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2	59
Resultados Gerais das Métricas Quantitativas.....	88
Análise Integrada dos Resultados	89
Fatores de Impacto sobre a Paisagem e sobre a Biodiversidade Regionais: a Influência da LT 230 kv Milagres/Coremas-C2..	92
4. Conclusões	94
5. Referências Bibliográficas.....	99

Apresentação

A Ecologia da Paisagem é uma disciplina que se ocupa em estudar as causas e as consequências da heterogeneidade espacial de um dado território. Entre seus objetivos encontra-se o de avaliar, de maneira qualitativa e/ou quantitativa, o efeito de alterações provocadas por agentes naturais ou humanos na estrutura da paisagem e/ou em seus componentes, tais como processos demográficos das populações de diferentes espécies ou comunidades biológicas, condições hidrológicas, processos erosivos e outros fenômenos. Nessa perspectiva, a Ecologia da Paisagem analisa as interações recíprocas entre padrões espaciais e as funções ou processos ecológicos.

No Brasil, estudos de Ecologia da Paisagem têm tido enfoque quase exclusivo nos sistemas florestais (com especial referência à Mata Atlântica e à Amazônia), tidos como os ecossistemas com maior diversidade biológica do país. Entretanto, inventários biológicos, conduzidos nas últimas três décadas no país, têm demonstrado a relevância dos demais biomas quanto à presença de comunidades bióticas também diversificadas. Este é o caso da Caatinga. Tido no passado como um bioma pobre e de pequena importância biológica, a Caatinga tem revelado uma riqueza bastante elevada de elementos da paisagem e de espécies, muitas das quais endêmicas de seu contexto. Nessa condição, estudos que visam conhecer a estrutura do bioma e sua diversidade de paisagens se fazem essenciais para a proposição de ações para sua conservação, e tanto mais na medida que se verifica que a maior parte do território do bioma ainda carece da presença de áreas protegidas.

O presente trabalho consiste na avaliação das condições da paisagem da área de influência da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2 (LT), localizada no bioma Caatinga nos estados do Ceará e da Paraíba, no Nordeste do Brasil. O estudo teve por base a Condicionante 2.5 estabelecida pelo IBAMA na 1ª Retificação da Licença de Operação (RLO) nº 878/2009 e no Ofício nº 02001.000861/2014-17 COEND/IBAMA, ambos referentes ao licenciamento ambiental do empreendimento em questão. Tal condicionante estabeleceu a necessidade de se verificar a efetividade e o potencial dos fragmentos de vegetação presentes nas áreas de influência do empreendimento em abrigar espécies da flora e da fauna nativas

regionais, bem como de se identificar áreas prioritárias para a conservação de espécies animais e vegetais.

De forma a atender à condicionante em questão, o estudo aqui apresentado avalia o estado atual de fragmentação e de conectividade de remanescentes de vegetação existentes ao longo da área de inserção do empreendimento, buscando identificar fragmentos com maior potencial para a conservação das espécies da flora e da fauna regionais e áreas passíveis de criação de corredores ecológicos que possibilitem esta conservação. Trata-se de um estudo inédito no âmbito regional e um dos primeiros sobre o tema no contexto do bioma da Caatinga. Tendo seus métodos e suas discussões sido embasadas nos modelos usualmente utilizados para os sistemas florestais densos, é logicamente esperado que o presente estudo gere questionamentos e críticas. Entretanto, acreditamos que discussões futuras, inerentes à evolução do conhecimento científico, sejam e devam ser realizadas. Nossa expectativa, nesse sentido, é que o estudo aqui apresentado sirva de base para a proposição de modelos aplicáveis às realidades do bioma, culminando no futuro em ações eficazes e adequadas para a conservação das paisagens que a Caatinga merece e necessita.

Os Autores

Introdução

A paisagem pode ser definida como uma área heterogênea composta por um conjunto de ecossistemas em interação e que se repetem no espaço (Forman & Godron, 1986). Esta definição pressupõe que paisagens sejam áreas relativamente extensas do território e que seus elementos constituintes sejam distribuídos no mesmo de forma desigual.

A heterogeneidade pode ser descrita por medidas estruturais como riqueza ou diversidade dos tipos de elementos que compõem a paisagem (tais como área, perímetro, forma ou distância entre elementos), as quais se traduzem na conectividade e na permeabilidade, entre outros aspectos funcionais do ambiente (Metzger, 2001).

A Ecologia da Paisagem é uma disciplina que se ocupa do estudo da interação entre padrões espaciais e processos ecológicos (causas e consequências da heterogeneidade espacial) em várias escalas (Turner *et al.*, 2001). O objetivo fundamental desse ramo da Ecologia reside no estudo do efeito de alterações na estrutura da paisagem, provocadas por agentes naturais ou humanos, em processos demográficos das espécies (dispersão de organismos, metapopulações, fragmentação), hidrológicos (produção de água, erosão, qualidade da água superficial) ou perturbações (fogo, pragas e doenças, deslizamentos de terras). Nessas perspectivas, a Ecologia da Paisagem foca-se nas interações recíprocas entre padrões espaciais e funções ou processos ecológicos, sendo crucial a existência de métodos quantitativos capazes de analisar estas relações (Turner *et al.*, 2001; Turner, 2005).

Tradicionalmente, duas dimensões ou atributos da paisagem podem ser quantificados: 1) composição (o que e quanto está presente) e 2) configuração (que se refere à disposição espacial dos diferentes elementos na paisagem) (Turner, 2005). Apesar de estas duas dimensões estarem mais relacionadas com aspectos estruturais e com a representação da paisagem mediante mapas categóricos de uso e ocupação do solo, existem alternativas que tentam capturar aspectos funcionais da paisagem (em alguns casos) na relação com organismos, comunidades ou processos ecológicos específicos (Kindlmann & Burel, 2008).

O foco principal da pesquisa em Ecologia da Paisagem é o estudo da causalidade entre padrões espaciais (a estrutura da paisagem) e dos processos ecológicos que lhe são inerentes (Metzger, 2001), visando formar hipóteses robustas e previsões testáveis para a explicação dos porquês da existência dos padrões de diversificação dos elementos naturais que permitam, em última instância, estabelecer mecanismos de gestão ambiental. Na prática, entretanto, nem sempre é possível se efetuar generalizações, haja vista a grande heterogeneidade natural e alta complexidade de interações existentes nas paisagens, em especial em regiões tropicais (Metzger, 2001).

Este livro apresenta os resultados da avaliação das condições da paisagem da área de influência da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2 (LT), localizada no bioma Caatinga nos estados do Ceará e da Paraíba, no Nordeste do Brasil. O estudo avalia o estado atual de fragmentação e de conectividade entre remanescentes de vegetação existentes ao longo da área de inserção do empreendimento, buscando identificar fragmentos com maior potencial para a conservação das espécies da flora e da fauna regionais e áreas passíveis de criação de corredores ecológicos que possibilitem esta conservação.

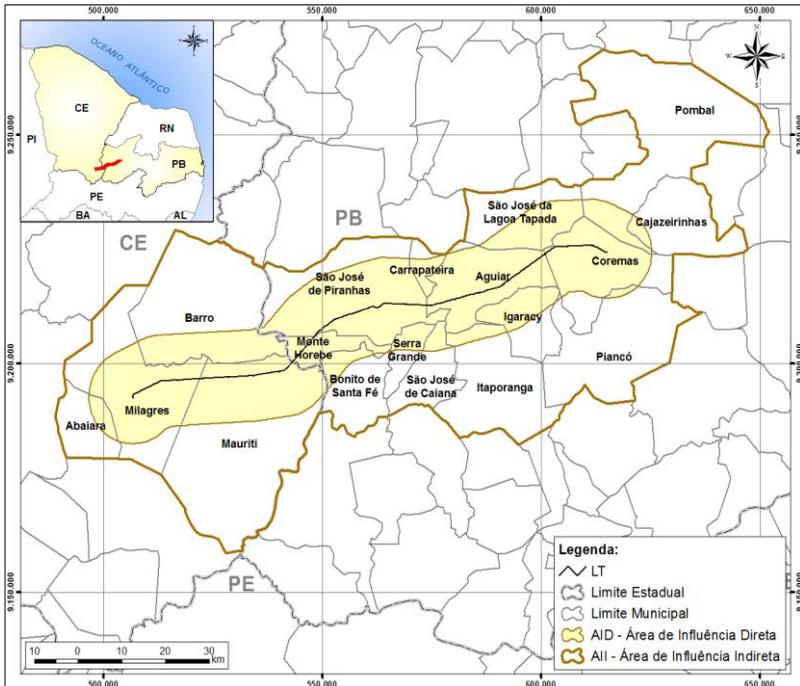
Métodos de Estudo

A Linha de Transmissão 230 kV Milagres/Coremas-C2 (LT) interliga a Subestação de Milagres 500/230/69 kV, no Estado do Ceará, à Subestação Coremas 230 kV, no Estado da Paraíba. No total, o empreendimento apresenta uma extensão de 121 km, estando inteiramente inserido no bioma Caatinga.

O presente estudo deu-se inicialmente mediante análise multitemporal do uso e ocupação do solo ao longo da LT, fundamentada na interpretação de imagens de satélite dos anos de 1985, 2006 e 2016. As imagens utilizadas para a elaboração dos mapas foram adquiridas junto à Divisão de Geração de Imagens (DGI), Coordenação Geral de Observação da Terra (OBT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para o recorte das imagens, foi delimitada uma área de 10 km no entorno da LT (*buffer* - Figura 1), perfazendo um total de 269.096,88 hectares. O recorte foi feito com o software ArcGIS® por meio da ferramenta *Export Raster Dataset*.

O *buffer* de 10 km no entorno da LT foi denominado como Área de Influência Direta (AID) do empreendimento para fins de análise da Ecologia da Paisagem. Esta definição deveu-se ao fato de que, para estudos como o ora proposto, é necessária a delimitação de espaços territoriais adequados para o processo de mapeamento e identificação dos diferentes componentes da paisagem (Volotão, 1998). O *buffer* se insere integralmente no contexto dos municípios transpostos pela LT e abrange diferentes elementos da paisagem regionais. Por sua vez, considerando-se os aspectos socioeconômicos inerentes ao uso e ocupação do solo regionais, assumiu-se como Área de Influência Indireta (AII) a totalidade dos territórios dos municípios em questão. Deve-se ressaltar que estas definições de áreas de influência não são as mesmas referentes ao processo de licenciamento ambiental da LT para fins de avaliação do alcance de seus impactos ambientais, para as quais os estudos específicos apresentaram suas respectivas descrições e justificativas.

Figura 1 - Abrangência Física das Áreas de Influência Direta e Indireta Definidas para o Estudo de Ecologia da Paisagem da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2, Estados do Ceará e da Paraíba



As informações sobre ano, dados da imagem, composição de bandas (RGB) e resolução das imagens de satélite utilizadas para o presente estudo são apresentadas na Tabela 1. A composição de bandas das imagens foi efetuada com auxílio do software ArcGIS®, ferramenta *Composite Bands*. Para os casos com banda *Pan*, posteriormente foi utilizada a ferramenta *Create Pan-sharpened Raster Dataset*. Todas as imagens foram salvas no sistema de projeção UTM, referencial geodésico SIRGAS 2000 e fuso 24S.

O georreferenciamento das imagens foi realizado por meio da ferramenta *Georeferencing* do software ArcGIS®, tendo sido delimitada uma área comum a todas as cenas para seleção dos pontos de correção para o ajustamento das mesmas. As cenas com composição RGB 654/543 foram georreferenciadas

tendo como base a imagem LANDSAT 8 de 2016, enquanto as cenas com composição RGB 432/321 tiveram como referência a sua imagem correspondente na composição RGB 654/543, com a seleção dos pontos por pixel.

Tabela 1 - Informações das Imagens Utilizadas no Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo das Áreas de Influência da Linha de Transmissão 230 kV Milagres/Coremas-C2

Ano	Dados da Imagem	Composição de Bandas (RGB)	Resolução
1985	LANDSAT_5_TM_19850627_216_065	B321	30 m
		B543	
	LANDSAT_5_TM_19850814_216_065	B321	
		B543	
2006	LANDSAT_5_TM_20060925_216_065	B321	30 m
		B543	
	LANDSAT_5_TM_20060707_216_065	B321	
		B543	
2016	LO82160652016280CUB00	B4328	15 m (16 Bit)

Os padrões de uso e ocupação do solo foram classificados mediante a utilização da ferramenta *Image Classification* do software ArcGIS®. Previamente a esta classificação, as condições da cobertura vegetal e dos tipos de uso e ocupação da região de estudo foram averiguadas mediante a realização de uma campanha de campo, realizada entre os dias 14 a 18 de agosto de 2017 e abrangendo 21 pontos de amostragem (Figura 2; Tabela 2). Os elementos da paisagem que foram avaliados em campo nesses pontos foram: (i) acessibilidade via terrestre aos fragmentos de vegetação nativa; (ii) variabilidade de fitofisionomias existentes nesses fragmentos; (iii) grau de conservação dos fragmentos de vegetação nativa.

Figura 2 - Mapa dos Pontos Verificados em Campo para Avaliação das Classes de Uso e Ocupação do Solo e Coleta de Dados Primários na Área de Influência Direta da Linha de Transmissão 230 kV Milagres/Coremas-C2

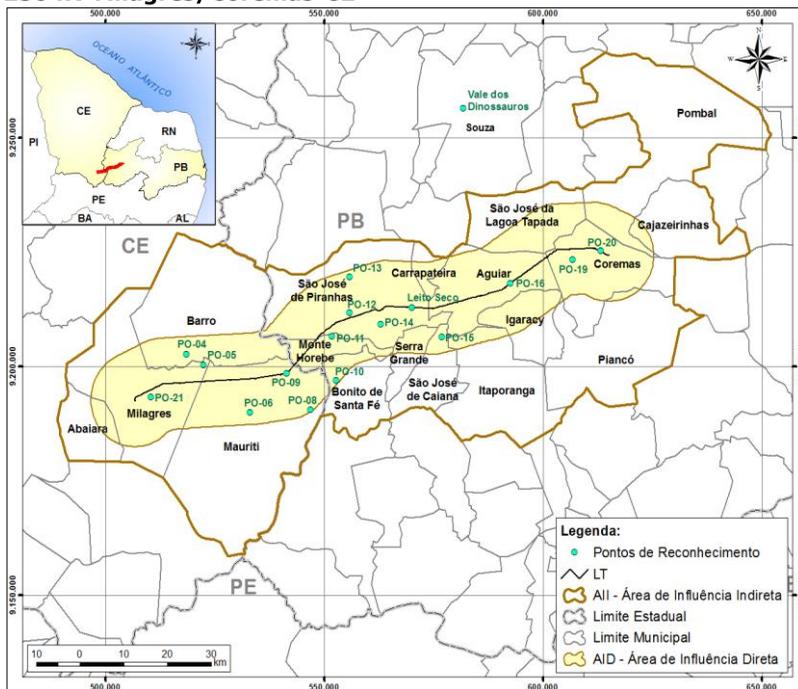


Tabela 2 - Relação dos Pontos Verificados em Campo para Avaliação das Classes de Uso e Ocupação do Solo e Coleta de Dados Primários na Área de Influência Direta da Linha de Transmissão 230 kV Milagres/Coremas-C2

CÓDIGO	DESCRIÇÃO GERAL	COORDENADA UTM Fuso 24 M Sirgas 2000	
		X	Y
PO-01	Cobertura vegetal predominante de Tensão Ecológica Caatinga/Floresta Estacional. Área de Manejo Florestal.	510.624	9.193.708
PO-02	BR-116 com áreas antropizadas no entorno	516.734	9.196.453
PO-03	BR-116 com predomínio de vegetação secundária em regeneração e Caatinga Arbustiva sobre relevo dissecado.	517.728	9.198.985

CÓDIGO	DESCRIÇÃO GERAL	COORDENADA UTM Fuso 24 M Sirgas 2000	
		X	Y
PO-04	BR-116 com predomínio de vegetação secundária em regeneração e Caatinga Arbustiva sobre relevo dissecado; açude local.	518.234	9.202.458
PO-05	Predomínio de Caatinga Arbórea nos topos da serra e Caatinga Arbustiva nas encostas. Presença de áreas desmatadas e abundância da palmeira catolé (<i>Syagrus oleracea</i>).	522.337	9.200.082
PO-06	Predomínio de Caatinga Arbórea nos topos da serra e Caatinga Arbustiva nas encostas.	532.162	9.203.572
PO-07	Predomínio de Caatinga Arbórea nos topos da serra e Caatinga Arbustiva nas encostas.	546.660	9.190.464
PO-08	Predomínio de Caatinga Arbórea nos topos da serra e Caatinga Arbustiva nas encostas. Drenagem pluvial antropizada.	541.236	9.198.495
PO-09	Área Antropizada e Caatinga Arbustiva predominante. Pequenas roças de milho.	552.549	9.196.947
PO-10	Caatinga Arbustiva predominante. Açude com margens degradadas e presença de grandes quantidades de macrófitas. Casas no entorno da área.	552.208	9.206.976
PO-11	Caatinga arbustiva-arbórea com presença de afloramento rochoso (arenito).	555.631	9.211.685
PO-12	Represa no rio Piranhas. Área urbanizada e presença de solo exposto e voçorocas.	555.607	9.219.527
PO-13	Remanso do açude com leito seco. Presença de cultivos de sequeiro ao longo do leito do corpo hídrico.	563.119	9.209.867
PO-14	Área Antropizada e Caatinga Arbustiva predominante. Área de pastagem.	576.971	9.206.360
PO-15	Área de baixada com Caatinga Arbustiva. Antiga roça de milho abandonada. Topo da serra com Caatinga Arbustiva e manchas de Caatinga Arbórea.	592.413	9.218.190
PO-16	Pastagem em área de relevo suave ondulado. Estrada Coremas-Aguiar.	599.765	9.223.042
PO-17	Açude com Mata Ciliar. Caatinga Arbórea e Arbustiva revestindo a serra no entorno. Estrada Coremas-Aguiar.	600.606	9.224.805
PO-18	Boqueirão da serra Santa Catarina com vegetação de Caatinga Arbórea e Arbustiva.	606.682	9.223.616
PO-19	Pé da Serra Santa Catarina com vegetação de Caatinga Arbórea.	613.043	9.225.325
PO-20	Área antropizada e afloramento rochoso (granitoide) com presença de vegetação xerofítica (Bromeliaceae e Cactaceae).	578.459	9.217.703
PO-21	Entorno da Barragem de Coremas. Topo da serra com Caatinga Arbustiva e área de encosta e baixada com áreas antropizadas.	510.624	9.193.708

A informação obtida nos pontos de campo foi utilizada como referencial para a caracterização da totalidade da área de estudo (segundo Volotão, 1998), tendo sido ordenadas cinco classes de uso e ocupação do solo: Caatinga Arbustiva, Caatinga Arbórea, Mata Ciliar, Área Antropizada e Corpos Hídricos. Já a análise das condições da paisagem natural foi realizada mediante métricas qualitativas e quantitativas, conforme descrito a seguir:

- Métricas Qualitativas

As avaliações gerais da paisagem da área de estudo, a partir das observações em campo nos pontos de amostragem e mediante análise de imagens de satélite, foram realizadas pela aplicação de indicadores e escores que exprimissem o estado de conservação ou integridade ambiental de cada um dos pontos de acordo com as seguintes categorias:

- Excelente Estado (1)
- Bom (2)
- Regular (3)
- Ruim (4)
- Péssimo (5)

A fim de validar esses indicadores, os seguintes critérios foram verificados na avaliação dos pontos em campo:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa;
- Condições das bordas dos remanescentes;
- Tamanho dos remanescentes;
- Forma dos remanescentes;
- Estágio de regeneração (sucessional) dos remanescentes, e;
- Risco de perturbações (entorno dos fragmentos).

Para avaliação de cada um dos critérios acima, os pontos foram avaliados considerando um raio de 1 km a partir do local de tomada das coordenadas. Os critérios adotados para alguns dos indicadores acima foram os seguintes:

- Estado de Fragmentação da Vegetação Nativa

A fragmentação da paisagem regional foi analisada em termos de número de fragmentos por ponto avaliado e algumas características qualitativas dos mesmos, tendo-se por base o preconizado pela teoria da Biologia da Conservação (Primack &

Rodrigues, 2001). Nessa perspectiva, fragmentos isolados, de pequenas dimensões, com homogeneidade de paisagens, com baixo índice de circularidade (e conseqüentemente com maiores dimensões e intensidade de bordas) e/ou que não integram outros componentes ambientais (tais como cursos d'água) são considerados como em pior estado por serem mais sujeitos a fenômenos estocásticos, enquanto fragmentos de maiores dimensões, com maior índice de circularidade, estabelecidos mais proximamente e/ou conectados a outros fragmentos e com maior heterogeneidade e integrando outros componentes ambientais (tais como nascentes e diferentes tipos de ecossistemas) são considerados como em estado melhor.

O grau de isolamento dos remanescentes pode afetar o fluxo gênico entre fragmentos florestais e a sustentabilidade de populações naturais. A análise do isolamento é uma relação direta entre as menores distâncias entre fragmentos de uma mesma tipologia vegetal e sua possibilidade de interligação.

Considerando tratar-se de uma análise qualitativa, o estado de fragmentação da vegetação foi definido como: A) Alto, quando os fragmentos são isolados e distantes de demais áreas naturais em distâncias iguais ou superiores ao raio entre a borda do remanescente e seu núcleo; B) Médio, quando os fragmentos são isolados ou distantes de demais áreas em distâncias inferiores ao raio entre sua borda e seu núcleo; e C) Baixo, quando os fragmentos interligam-se às demais áreas por corredores de vegetação nativa ou continuidade.

- Condições da Borda dos Remanescentes

Por definição, a borda de um fragmento florestal é uma linha, na sua periferia, entre um ambiente florestal e outro não florestal. O efeito de borda pode ser entendido como as mudanças que ocorrem ao longo da margem de um fragmento, causadas pela ruptura abrupta de um ambiente natural, não havendo uma transição entre o fragmento e a área então destruída (Calegari *et al.*, 2010).

Áreas de menor tamanho, mais estritas e mais alongadas (portanto com menor índice de circularidade) tendem a ser mais afetadas pelos efeitos de borda (tais como maior incidência de luminosidade e exposição a ventos) do que áreas maiores e mais circulares. Tais aspectos foram objeto de avaliação quando da análise dos fragmentos presentes na região de estudo. Para o presente estudo, definiu-se a possibilidade de incidência dos

efeitos de borda dos remanescentes segundo os seguintes critérios: A) Alta incidência, quando as bordas da fisionomia vegetal nativa do fragmento considerado são abruptas e margeadas por áreas antropizadas; B) Média incidência, quando as bordas do fragmento são margeadas por áreas antropizadas, porém em estágios iniciais a médios de regeneração; e C) Baixa incidência, quando as bordas dos fragmentos são margeadas por áreas com fisionomias distintas porém naturais.

- Tamanho dos Remanescentes

Diversos autores apontam o tamanho dos fragmentos na paisagem como sendo um elemento importante para o desenvolvimento de estratégias para a conservação da biodiversidade (Primack & Rodrigues, 2001). Maiores fragmentos tendem a abranger um maior número de espécies (relação riqueza-área), um maior número de indivíduos nas populações e uma maior heterogeneidade de ambientes, enquanto áreas pequenas são mais sujeitas a fenômenos estocásticos (tais como perda genética nas populações) e determinísticos (tais como sujeição a fenômenos climáticos intensos e incêndios) que podem induzir o ecossistema a um colapso.

Não há, na literatura, um consenso quanto ao tamanho mínimo necessário para que um remanescente possa ser considerado como em bom estado ou capaz de sustentar populações viáveis de organismos. Quando muito, se utilizam alguns critérios baseados nas áreas de vida de algumas espécies, tais como felinos (*e.g.*, Cullen-Jr. *et al.*, 2005), sendo tais aspectos em geral relativos a ambientes florestais densos. Desta forma, a análise aqui efetuada foi realizada de maneira comparativa, partindo-se dos maiores fragmentos avaliados (assumidos como áreas em melhor estado) até os menores. Desta forma, os critérios quanto ao tamanho dos remanescentes foram, em ordem, os seguintes: A) Bom (até 70% do tamanho do maior fragmento encontrado); B) Médio (entre 40% e 70%); e C) Ruim (menos de 40%).

- Forma dos Remanescentes

Relação da área total do fragmento pela área de uma circunferência de igual área. O fator de forma é a relação entre a área de um fragmento florestal e o seu perímetro. É um parâmetro útil para a análise da vulnerabilidade dos fragmentos a perturbações, especialmente por meio do efeito de borda. Quanto mais próximo de 1, maior a tendência à circularidade do

remanescente. Assim sendo, para fins de qualificação, os mesmos podem ser assim considerados quanto à forma: A) Boa, quando a tendência à circularidade do remanescente considerado estiver entre 0,7 e 1; B) Média, quando a tendência estiver entre 0,4 e 0,7; e C) Ruim, quando a tendência estiver entre 0,1 e 0,4.

- Avaliação da Importância Biológica

Além da avaliação do estado de conservação e/ou integridade ambiental dos pontos amostrais, também foi avaliada, independente da qualidade da vegetação, grau de fragmentação e situação do uso do solo, a importância biológica dos remanescentes, tendo-se por base a diversidade de espécies e/ou a presença de espécies indicadoras das condições de conservação (e.g., espécies endêmicas, ameaçadas de extinção, as que sejam objeto de captura, caça, apanha ou perseguição e espécies-chave) ou de alteração dos ecossistemas locais (espécies exóticas e invasoras). Os registros de tais espécies fundamentaram parte das discussões sobre o estado de conservação da paisagem e dos fragmentos por ponto considerado. Nesse caso, foram empregados níveis que variam de 1 a 5, com a seguinte descrição:

- Importância Biológica Extrema (1)
- Importância Biológica Alta (2)
- Importância Biológica Média (3)
- Importância Biológica Baixa (4)
- Sem Importância Biológica (5)

Os dados sobre a flora e a fauna foram ainda confrontados com dados previamente existentes referente à região. O levantamento de tais dados, aqui denominados "secundários", abrangeu a análise de documentos referentes ao empreendimento e consulta à literatura técnica, científica e vernácula existente sobre a região de estudo e suas imediações.

- Métricas Quantitativas

A análise da paisagem mediante a utilização de métricas quantitativas visou avaliar o estado de fragmentação da vegetação nativa da região de estudo considerando três tipologias principais identificadas: Caatinga Arbustiva, Caatinga Arbórea e Mata Ciliar.

O cálculo das métricas foi efetuado com o auxílio do software FRAGSTATS® v.4.2 (McGarigal & Marks, 1994), o qual

permite quantificar a fragmentação de uma paisagem mediante valores quantitativos de extensão de área e de distribuição espacial de fragmentos dentro da paisagem (*i.e.*, patches como polígonos que fazem a cobertura de um mapa). Para o início da análise foram inicialmente utilizados os arquivos shapefile do uso e ocupação do solo, os quais foram recortados para o limite da área de estudo com a ferramenta Intersect e, posteriormente, convertidos para Raster utilizando a ferramenta Feature to Raster, com pixel de 7 m, valor inteiro da metade do pixel da imagem Landsat 8, a fim de preservar melhor o contorno das feições. No arquivo shape foi criado o campo EP para atribuir um valor numérico para cada classe de uso, sendo o arquivo convertido para ASCII com a ferramenta Raster to ASCII. Os valores de background foram classificados automaticamente como -9999 (Tabela 3).

Os arquivos foram salvos como EP_Uso1985, EP_Uso2006 e EP_Uso2016 nos formatos Raster (.tif) e ASCII (.asc). Inicialmente foi criado um arquivo para relacionar as classes de EP com o uso e ocupação do solo e para indicar quais classes seriam analisadas. Esses arquivos foram nomeados como *_class.txt, sendo '*' o ano da classificação, relacionando o código numérico (ID) de cada classe com seu nome abreviado (Name), informando para quais classes foram calculadas as métricas de paisagem (Enabled=true, que neste caso são as áreas protegidas) e indicando como background (IsBackground=true) o ID -9999 (Tabela 4).

Tabela 3 - Classes de Uso do Solo e Respectiva EP da Área de Influência da Linha de Transmissão Milagres/Coremas-C2

Classes	Name	Ep
Caatinga Arbórea	CaatArbor	1
Caatinga Arbustiva	CaatArbus	2
Mata Ciliar	MatCiliar	3
Corpos Hídricos	Agua	4
Áreas Antropizadas	Antrop	5
Nuvem/Sombra	NuvSombra	99
Background	Background	-9999

As métricas da ecologia da paisagem adotadas referiram-se às categorias Fragmentos, Classes e Paisagem. Os elementos utilizados para a análise de tais métricas consistiram na avaliação da profundidade da borda dos fragmentos, na proximidade e similaridade entre os mesmos e contrastes da borda.

Tabela 4 - Classes de EP Relacionadas com o Uso do Solo da Área de Influência da Linha de Transmissão Milagres/Coremas-C2

ID	Name	Enabled	IsBackground
1	CaatArbor	true	false
2	CaatArbus	true	false
3	MatCiliar	true	false
4	Agua	false	false
5	Antrop	false	false
99	NuvSombra	false	false
-9999	Background	false	true

Para a profundidade de borda foi utilizado o valor padrão de 30 m, correspondendo ao tamanho do pixel das imagens de 1985 e 2006. Já para a proximidade e similaridade foram utilizados os valores variando de 1 (correspondendo à alta similaridade) a 0 (nenhuma similaridade). Foram atribuídas similaridades para classes que pudessem se confundir parcialmente na classificação da imagem de satélite (Tabela 5). Por fim, para a métrica de contraste os pesos variam de 0 (sem contraste) para 1 (contraste máximo) (Tabela 6).

Tabela 5 - Matriz de Proximidade e Similaridade entre Diferentes Elementos da Paisagem das Áreas de Influência da Linha de Transmissão Milagres/Coremas-C2

	CAATARBOR	CAATARBUS	MATCILAR	AGUA	ANTROP	NUVSOMBRA
CAATARBOR	1	--	--	--	--	--
CAATARBUS	0,2	1	--	--	--	--
MATCILAR	0	0	1	--	--	--
AGUA	0,3	0	0	1	--	--
ANTROP	0	0,4	0	0	1	--
NUVSOMBRA	0	0	0	0,4	0,4	1

Tabela 6 - Matriz de Contraste entre Diferentes Elementos da Paisagem das Áreas de Influência da Linha de Transmissão Milagres/Coremas-C2

	CAATARBOR	CAATARBUS	MATCILAR	AGUA	ANTROP	NUVSOMBRA
CAATARBOR	0	--	--	--	--	--
CAATARBUS	0,8	0	--	--	--	--
MATCILAR	1	1	0	--	--	--
AGUA	0,7	1	1	0	--	--
ANTROP	1	0,6	1	1	0	--
NUVSOMBRA	1	1	1	0,6	0,6	0

Considerando as categorias Fragmentos, Classes e Paisagem, as métricas quantitativas foram classificadas em cinco grupos de categorias, quais sejam: de Área, de Fragmentos, de Bordas, de Forma e de Vizinho Mais Próximo. Cada uma dessas métricas apresenta diversas possibilidades de análises (Volotão, 1998). No presente estudo, selecionou-se aquelas que responderiam melhor à avaliação do estado de fragmentação da paisagem, sendo que, sempre que possível, cada métrica foi acompanhada de mapas que representem sua distribuição ao longo da área de estudo. As métricas avaliadas e seus parâmetros e índices respectivos foram conforme descrito a seguir.

- Métricas de Área

As Métricas de Área são consideradas a base do conhecimento da paisagem. Para o presente estudo, considerou-se dois parâmetros: Área Total da Paisagem (AREA), que apresenta a área de toda a paisagem ocupada por uma determinada classe de cobertura do solo ou por ambientes naturais em relação ao total da área avaliada (em hectares), e Índice de Similaridade da Paisagem (SIMI), que apresenta a percentagem de fragmentos de mesma classe na paisagem em valores numéricos. Já em relação às classes propriamente ditas, foram avaliados a Percentagem da Paisagem (PLAND), que apresenta a percentagem de fragmentos de mesma classe na paisagem de maneira gráfica, e Índice de Maior Fragmento (LPI), expresso como a percentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe e/ou paisagem.

- Métricas de Fragmentos

Essas métricas representam a configuração da paisagem. As informações desta categoria são importantes por caracterizarem os fragmentos (número de fragmentos, tamanho médio, densidade, variação, etc.). Estas métricas permitem que se ordene por grau de fragmentação, heterogeneidade ou outros aspectos relacionados aos fragmentos na paisagem.

Assim como as métricas de área, diversos parâmetros e índices são preditos para as métricas de fragmentos. No presente estudo, optou-se por apresentar os resultados que permitam avaliar o estado direto de fragmentação das diferentes classes de vegetação nos três anos considerados, a saber, o número de fragmentos presentes na paisagem como um todo e em cada classe considerada (NP) e a média das áreas (em hectares) de todos os fragmentos da paisagem ou de cada classe (AREA_MN).

- Métricas de Bordas

Essas métricas representam a configuração da paisagem. Vários fenômenos ecológicos se caracterizam pela quantidade total de bordas e a informação sobre as bordas (que pode caracterizar o efeito de borda pelo padrão espacial) é, conforme os estudos mais recentes, um importante aspecto estudado pelos investigadores ecológicos. Em sistemas florestais, por exemplo, as bordas consistem em elementos de grande importância ecológica, na medida em que delimitam ecossistemas e habitats para espécies florestais e/ou de áreas abertas e podem, por vezes, consistir em um ambiente específico para formas especialistas do mesmo. Já para regiões abertas (como a Caatinga), pouco ainda se conhece sobre os efeitos das bordas sobre a biodiversidade local, embora se possa inferir que ao menos algumas espécies possam fazer uso ou se limitarem às mesmas (tais como espécies arborícolas).

Para esta métrica, os principais elementos descritores da fragmentação ao longo do tempo, tanto para a paisagem como um todo quanto para cada uma das classes avaliadas, consistem na soma de todas as bordas (TE) e sua densidade, *i.e.*, o total de bordas dividido pela área total dos fragmentos em geral ou por classes (em hectares) (ED). Estes foram os parâmetros avaliados no presente estudo.

- Métricas de Forma

O tamanho e forma dos fragmentos de paisagem podem influenciar inúmeros processos ecológicos importantes. No geral, fragmentos com maior tendência à forma circular e com maiores dimensões tendem a apresentar melhor qualidade e disponibilidade de recursos, enquanto aqueles com formas mais alongadas ou irregulares e menores são mais sujeitos à perda da biodiversidade local. Sua forma pode, ainda, influenciar processos entre fragmentos, como a migração de pequenos mamíferos e a colonização de plantas de médio e grande porte, bem como as estratégias de fuga de certos animais. O principal aspecto da forma, entretanto, é a relação com o efeito de borda.

As métricas de forma visam avaliar esses aspectos. O índice de forma (LSI) e o índice de forma médio (SHAPE) medem a complexidade da forma comparada a um círculo (versão vetorial) ou a um quadrado (versão matricial). O LSI mede a relação de área de perímetro para a paisagem como um todo, consistindo em uma medida da complexidade geométrica global da paisagem ou de uma dada classe, podendo ser interpretado também como uma medida de desagregação da paisagem, onde maiores valores do LSI indicam que mais dispersos são os fragmentos. Esta é uma medida particularmente útil para avaliação da intensidade da fragmentação ao longo do tempo.

Já o SHAPE consiste em uma análise entre o perímetro dos fragmentos dividido pela raiz quadrada da área e dividido por 4 (a forma quadrada terá $SHAPE=1$). Este índice para o cálculo matricial tem seu mínimo no caso do círculo, quando, matematicamente, tem o valor $SHAPE=0,88$. Entretanto, o cálculo matricial leva em conta os cantos dos pixels e presume os quadrados, fazendo com que esse valor, para grandes círculos, tenha algum valor próximo a $SHAPE=1,13$. O menor valor, deste modo, é $SHAPE=1$ para o quadrado. Quanto mais recortado e com menos área, maior o valor deste índice.

O Índice de Forma Média ($SHAPE_MN$) consiste na média do índice SHAPE para os fragmentos da classe correspondente ou para fragmentos em geral na paisagem, sendo este o apresentado nesta análise em função do mesmo representar a área como um todo.

- *Métricas do Vizinho Mais Próximo*

Essas métricas são definidas pela distância de um fragmento para o fragmento que está à sua volta, do mesmo tipo, e baseado na distância borda-a-borda. Estas métricas quantificam a configuração da paisagem e seus resultados indicam o grau de isolamento dos fragmentos. Esta métrica foi analisada considerando os três níveis de organização: fragmentos, classes e paisagem como um todo.

Os seguintes parâmetros foram avaliados: para Fragmentos, a Distância do Vizinho mais Próximo (ENN) (a distância euclidiana borda-a-borda entre o fragmento e o mais próximo de mesma classe ou em geral) e o Índice de Proximidade (PROX) (*i.e.*, a soma de cada área dos fragmentos divididos pela distância euclidiana borda-a-borda respectiva, considerando somente os fragmentos dentro do raio de busca). Já para Classes e Paisagem como um todo, os parâmetros foram avaliados em condição média (ENN_MN e PROX_MN).

A análise integrada das métricas (qualitativas e quantitativas) utilizadas no Estudo da Ecologia da Paisagem permitiu quantificar a fragmentação da paisagem da área de influência da LT, fornecendo valores quantitativos de extensão de área e de distribuição espacial de fragmentos dentro da paisagem e, ao mesmo tempo, a qualidade desses fragmentos em termos de conservação e/ou de importância biológica.

Resultados e Discussão: A Paisagem da Área de Influência da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2

A LT 230Kv Milagres/Coremas-C2 está inserida no contexto do Bioma Caatinga, que abrange a região semiárida brasileira e inclui os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, sudeste do Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe, região norte e central da Bahia e uma faixa estendendo-se em Minas Gerais seguindo o rio São Francisco, juntamente com um enclave no vale seco da região média do rio Jequitinhonha (Ab'Saber, 2003). No total, o bioma compreende uma área de aproximadamente 800.000 Km².

O termo Caatinga significa "mata branca" na língua Tupi, sendo decorrente da existência de espécies vegetais que possuem características peculiares, como matas secas, abertas e decíduas (Ross, 2008). Conforme assevera Rodal (1992), a Caatinga conceitua-se por sua fisionomia xerófila e florísticas variadas, todavia não existem estudos completos referentes a uma lista florística das espécies arbustivas e arbóreas da vegetação desses ecossistemas. Segundo Dias & Kiill (2008) e Souza & Medeiros (2013), a Caatinga é um dos tipos de vegetação mais difíceis de serem definidos, em vista da heterogeneidade que apresenta quanto à fisionomia e quanto à composição florística.

A Caatinga está geograficamente situada em planícies e depressões acentuadas. Rizzini (1997) informa que a formação encontra-se estabelecida principalmente sobre regiões sedimentares e áreas cristalinas de planaltos com 300 a 600 metros de altitude. De acordo com Ross (2006), as formas de relevo predominantes são as superfícies aplanadas e baixas, com altitudes que oscilam entre 50 e 300 metros e declividades que variam entre 5% e 20%, sendo pontilhado por morros residuais preferencialmente sustentados por rochas de granito.

A Caatinga é caracterizada pela presença de florestas arbóreas ou arbustivas, constituídas principalmente por árvores e arbustos baixos, muitos dos quais apresentam espinhos, microfilia e algumas características para adaptação a ambientes xerofíticos (Prado, 2003), como a caducifolia. A suculência é principalmente observada em Cactaceae e Bromeliaceae,

enquanto as lianas são muito escassas (Araújo & Martins, 1999). Algumas espécies perenifólias também ocorrem (Kirmse *et al.*, 1983), como *Ziziphus joazeiro* (juazeiro - Rhamnaceae), *Cappari yco* (icó - Capparaceae), *Copernicia prunifera* (carnaúba - Arecaceae), *Maytenus rigida* (pau-de-colher - Celastraceae) e *Licania rigida* (oiticica - Chrysobalanaceae). A camada herbácea é efêmera e dominada por terófitas das famílias Malvaceae, Portulacaceae e Poaceae. Órgãos de armazenamento de água são típicos em alguns outros casos, como nas espécies *Spondias tuberosa* (umbu - Anacardiaceae), *Cavanillesia arborea* (barriguda - Malvaceae), *Ceiba glaziovii* (barriguda - Malvaceae), *Jacaratia* sp. (Caricaceae), *Manihot* spp. (maniçobas - Euphorbiaceae) e *Luetzelburgia auriculata* (pau-mocó - Fabaceae).

Em meio às mais de 30 mil espécies de angiospermas listadas na flora do Brasil, aproximadamente 4.500 ocorrem no domínio da Caatinga. Não obstante isso represente 15% das espécies da flora brasileira, pouco mais de 1% dessa vegetação estão protegidos em unidades de conservação (Leal *et al.*, 2005). Segundo Giulietti *et al.* (2003), cerca de 318 espécies de 18 gêneros são consideradas endêmicas do bioma.

Uso e Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal da Área de Influência da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2

A cobertura que reveste das áreas de influência direta e indireta da LT 230 kV Milagres/Coremas-C2 é constituída por uma composição florística de diferentes tipologias vegetacionais nativas e outras classes de uso e ocupação do solo, que vão desde áreas antropizadas (incluindo áreas urbanas, agropecuária e solo exposto), matas ciliares até uma vegetação de Caatinga *sensu lato* de portes arbustivo a arbóreo, além de corpos hídricos (rios, açudes e barragens). Nos trechos serranos, como na Serra Santa Catarina (PB) e Milagres (CE), se observam algumas manchas indiferenciadas de uma tipologia de transição (Tensão Ecológica ou Ecótono), a qual reúne espécies de ocorrência em Brejos de Altitude, da Mata Atlântica (Floresta Estacional), da Caatinga e do Cerrado. Entretanto, na escala de mapeamento adotada, não foi possível definir paisagens específicas dessas formações, sendo tais espécies encontradas de maneira esparsa em meio à Caatinga.

A distribuição dos elementos da paisagem, considerando a Área de Influência Indireta (AII) ao longo dos anos de 1985, 2006 e 2016, encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Distribuição das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal na AII da LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2 nos Anos de 1985, 2006 e 2016

CLASSE DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL	ÁREA (ha)		
	1985	2006	2016
Áreas Antropizadas	115.687,22	199.064,26	285.487,60
Caatinga Arbórea	223.849,30	157.989,19	113.185,80
Caatinga Arbustiva	365.128,22	336.483,60	288.428,45
Corpos Hídricos	15.845,50	19.488,03	3.352,67
Mata Ciliar	7.390,53	18.145,13	10.445,43
Nuvem/Sombra	3.810,01	541,66	7.535,08
Sem Imagem	--	--	23.276,04
Total Geral	731.710,78	731.711,87	731.711,07

Comparativamente, ao examinar a distribuição das classes de uso do solo e vegetação ao longo do tempo, constata-se que houve um aumento significativo das áreas antropizadas na região. Em termos de valores, tais áreas mais que dobraram de tamanho de 1985 a 2016.

Considerando somente as áreas que compõem a Área de Influência Direta (AID) do empreendimento em 1985, as áreas modificadas pelas atividades humana representavam 37% do uso e ocupação do solo. Em 2016, as áreas antropizadas já cobriam 63% da área, com cerca de 101.000 hectares ocupados por áreas urbanas, agropecuária e solo exposto (Tabela 8).

Nos mapas e gráficos da Figura 3.31 é possível visualizar as modificações do uso e ocupação do solo e cobertura vegetal da paisagem nas áreas de influência da LT ocorridas nos anos de 1985, 2006 e 2016. Os gráficos apresentam a distribuição das classes de uso e vegetação da AID em valores relativos para cada ano analisado. É conspícua a redução das áreas de Caatinga Arbórea, principalmente entre os anos 1985 e 2006. As áreas que são eram ocupadas pela Caatinga Arbustiva tiveram redução importante principalmente entre os anos de 2006 e 2016.

Tabela 8 - Distribuição das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal, em Hectares, na Área de Influência Direta da LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2 nos Anos de 1985, 2006 e 2016

CLASSE DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL	ÁREA (ha)		
	1985	2006	2016
Áreas Antropizadas	37.572,79	63.851,88	100.993,06
Caatinga Arbórea	97.297,50	71.574,75	57.163,21
Caatinga Arbustiva	120.549,69	117.258,97	101.492,51
Corpos Hídricos	8.484,18	9.802,56	2.219,21
Mata Ciliar	3.007,14	6.608,43	4.313,13
Nuvem/Sombra	2.184,95	--	2.915,12
Total Geral	269.096,25	269.096,59	269.096,24

Os corpos hídricos também sofreram redução de suas áreas de maneira significativa na AID da LT. Fatores como estiagens prolongadas, queimadas frequentes e assoreamento têm contribuído sobremaneira para agravar os impactos decorrentes dessas alterações, sobretudo no que se refere ao aumento de áreas antropizadas (e.g., Sá et al., 2003).

Na Foto 1 podem ser observadas as diferentes categorias de áreas antropizadas encontradas na área de influência do empreendimento. Predominam nesse contexto as áreas utilizadas nas atividades agropecuárias.

Porém, mesmo que as áreas antropizadas no âmbito da área de influência da LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2 tenham aumentado significativamente durante os anos analisados, a região ainda guarda remanescentes de elevada importância para a conservação e para o uso sustentável no futuro das próximas gerações. Os registros apresentados na Foto 2 exemplificam áreas naturais de grande interesse para a conservação e uso sustentável.

Figura 3 - Evolução do Uso do Solo e Cobertura Vegetal nas Áreas de Influência da LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2 Entre os Anos de 1985, 2006 e 2016

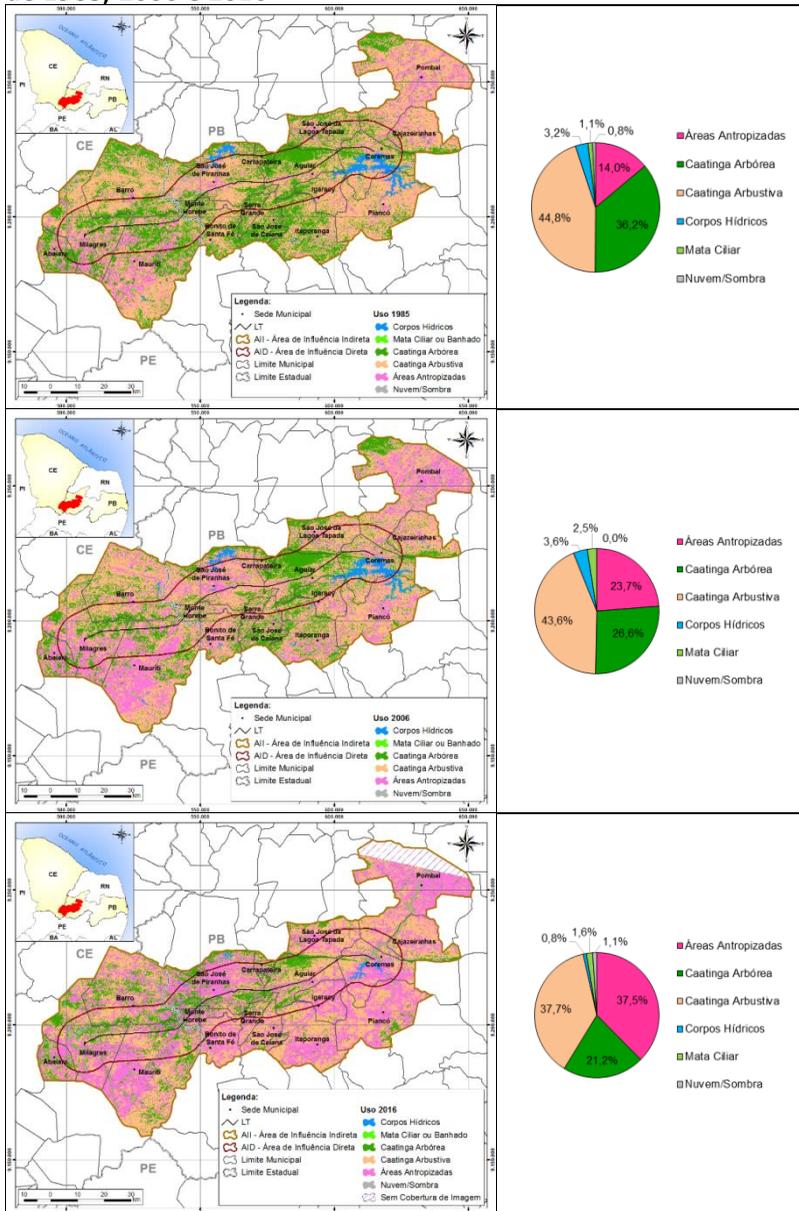


Foto 1 -Registros Fotográficos de Áreas Antropizadas na Área de Influência da LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2



Legenda: (A-B) Mosaico de áreas de pastagens e vegetação nativa; (C) Áreas urbanizadas na periferia de São José de Piranhas/PB; (D) Supressão recente de vegetação nativa de Caatinga Arbórea, município de Barro/CE; (E) Estradas rurais através da faixa de servidão da LT; (F) Agricultura na faixa de servidão da LT observada na área rural de Monte Horebe/PB.

Fotos: Luciano Ceolin, 2017.

Foto 2 - Registros Fotográficos de Vegetação Nativa na Área de Influência da LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2



Legenda: (A-B) Caatinga Arbórea revestindo o topo da Serra Santa Catarina, município de Coremas/PB; (C) Área de Tensão Ecológica: sistema Caatinga/Floresta Estacional na área rural do município de Milagres/CE; (D) Vegetação xerófila sobre afloramento de arenito. Nesses ambientes predominam espécies de cactáceas e bromeliáceas e ocorrem ao longo de toda a área de influência da LT; (E) Mata Ciliar ao longo de um córrego intermitente, município de Igaracy/PB; (F) Mata Ciliar no entorno de um açude na estrada Coremas-Aguiar.

Fotos: Luciano Ceolin, 2017.

Análise Qualitativa dos Pontos de Amostragem da Área de Influência da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2

A avaliação das condições da paisagem da área de influência da Linha de Transmissão 230 KV Milagres/Coremas-C2 foi fundamentada em análises de métricas qualitativas e quantitativas que buscam explicar os efeitos, quando existentes, advindos da instalação e/ou da operação do empreendimento.

Conforme salientado nos aspectos metodológicos, a avaliação qualitativa do estado de conservação dos 21 pontos amostrais foi realizada por meio da verificação em campo da relevância de cada ponto, tendo-se por base as condições locais da cobertura vegetal e presença de espécies indicadoras da flora e da fauna. Também conforme citado, considerando a integridade da vegetação e o formato e a conectividade dos remanescentes foram atribuídos índices ou escores que pudessem exprimir o estado de conservação ou integridade ambiental de cada ponto segundo as seguintes categorias: 1) Excelente Estado; 2) Bom; 3) Regular; 4) Ruim; 5) Péssimo. As justificativas da eleição desses escores são apresentadas individualmente para cada ponto considerado.

Os aspectos considerados para cada ponto foram os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa (Alto, Médio e Baixo);
- Condições das bordas dos remanescentes (Alta, Média e Baixa incidência de efeitos de borda);
- Tamanho dos remanescentes (Bom, Médio e Ruim);
- Forma dos remanescentes (Boa ou Regular, Média ou Intermediária e Ruim ou Irregular);
- Estágio de regeneração (sucessional) dos remanescentes (avaliação descritiva);
- Risco de perturbações (entorno dos fragmentos) (avaliação descritiva).

Os pontos também foram avaliados segundo sua importância biológica, tendo-se por base a ocorrência de espécies indicadoras, independente da qualidade da vegetação, grau de fragmentação dos remanescentes e situação do uso do solo. Para essa segunda avaliação, utilizou-se também da graduação de 1 a 5, com a seguinte discriminação: 1) Importância Biológica

Extrema; 2) Importância Biológica Alta; 3) Importância Biológica Média; 4) Importância Biológica Baixa; 5) Sem Importância Biológica. Ao final, os dados assim organizados permitiram uma avaliação integrada das condições de preservação, integridade e demais parâmetros considerados por ponto avaliado.

A seguir apresentam-se as caracterizações de cada Ponto avaliado.

Ponto 01 (UTM 510.175,45 E / 9.193.336,64 N)

Esse ponto é caracterizado pela existência de cobertura vegetal típica de tensão ecológica entre a Caatinga e a Floresta Estacional, abrangendo uma Área de Manejo Florestal. As florestas locais estão em bom estado de conservação, não obstante a presença de trilhas e de gado na área. O fragmento local apresenta grandes dimensões, interligando-se a outras áreas naturais a norte, noroeste e oeste. Já a leste e sul, o mesmo é limitado por rodovias e áreas de ocupação antrópica, condições que podem impor algum efeito de borda (Figura 4).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Baixo.
- Condições das bordas dos remanescentes: Média incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Bom.
- Forma dos remanescentes: Boa.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: incêndios, ocupação irregular.

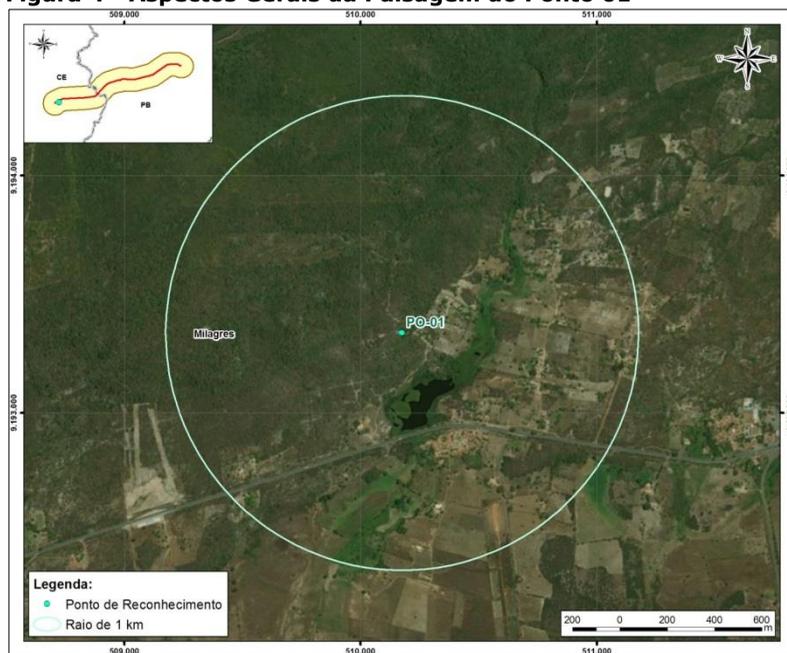
No que diz respeito à importância biológica, a condição de tensão entre a Caatinga e a Floresta Estacional denota, por si só, importância ao ponto pela possibilidade do mesmo agregar comunidades complexas e com elevada diversidade. Além disso, obteve-se no local o registro de algumas espécies vegetais de interesse, tais como *Croton blanchetianus*, *Handroanthus impetiginosus*, *Thiloa glaucocarpa*, *Bauhinia forficata*, *Cereus jamacaru*, *Mimosa tenuiflora*, *Commiphora leptophloeos*, *Trichidium molle*, *Hymenaea courbaril*, *Machaerium hirtum* e *Caesalpinia ferrea*. Dentre a fauna, destaca-se para o ponto a presença do pica-pau-verde-barrado (*Colaptes melanochloros*), espécie com associação a ambientes florestais, e do periquito-da-

caatinga (*Eupsittula cactorum*), espécie endêmica do bioma e do Cerrado adjacente. Segundo Ubaid (2017), ainda, nas proximidades desse ponto ocorre uma alta concentração de registros do jacu-do-nordeste (*Penelope jacucaca*).

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 1:

- Estado de Conservação: Bom (2).
- Importância Biológica: Alta (2).

Figura 4 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 01



Ponto 02 (UTM 516.734,00 E / 9.196.453,00 N)

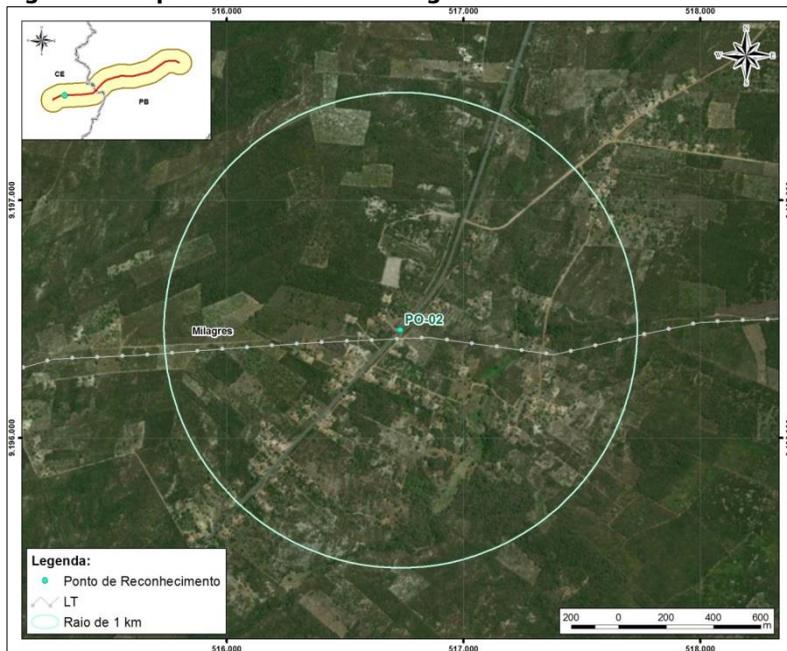
Neste ponto a linha de transmissão transpõe a rodovia BR-116, tendo sido estabelecido em área com predomínio de ambientes antropizados. Os fragmentos de Caatinga locais encontram-se bastante dispersos e alterados, apresentando em geral dimensões bastante reduzidas. Esta condição se modifica à

medida que se distância do eixo rodoviário, porém sem a presença de remanescentes mais significativos (Figura 5).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Alto.
- Condições das bordas dos remanescentes: Alta incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Ruim.
- Forma dos remanescentes: Ruim.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Alterações por fogo, desmates, presença de gado e ocupações em geral.

Figura 5 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 02



No que diz respeito à importância biológica, neste ponto não foram registradas espécies de interesse ou indicadoras de boas condições ambientais. Pelo contrário, foram evidenciadas

espécies tipicamente sinantrópicas e exóticas, tais como o pombo-doméstico (*Columba livia*) e o pardal (*Passer domesticus*).

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 2:

- Estado de Conservação: Péssimo (5).
- Importância Biológica: Sem importância (5).

Ponto 03 (UTM 517.728,00 E / 9.198.985,00 N)

Este ponto, localizado às margens da BR-116, apresenta predomínio de vegetação secundária em regeneração e Caatinga Arbustiva sobre relevo dissecado. A ocupação antrópica no entorno imediato do ponto é moderada, formando mosaicos em meio à vegetação nativa, intensificando na porção ao sul. As áreas mais dobradas do terreno, entretanto, apresentam vegetação ainda com remanescentes em bom estado (Figura 6).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

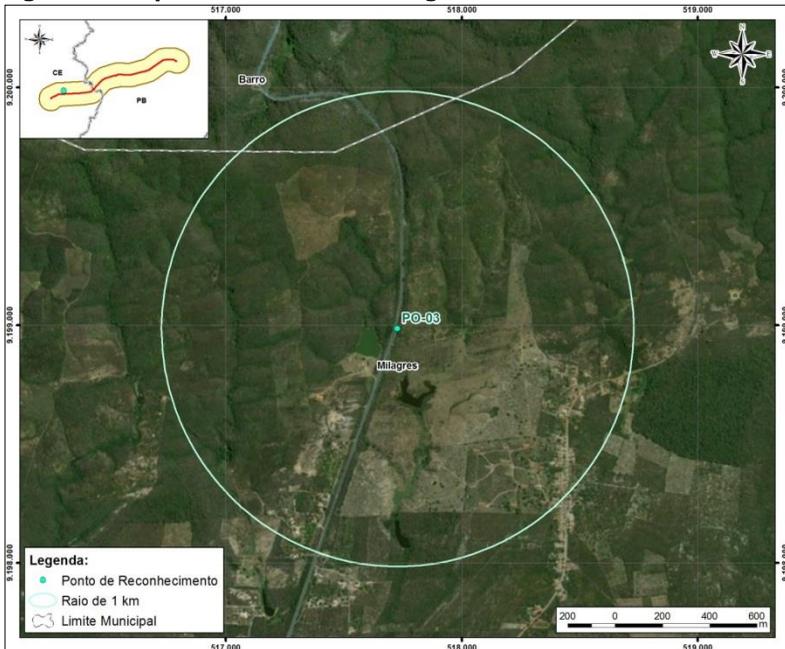
- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Médio.
- Condições das bordas dos remanescentes: Média incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Bom.
- Forma dos remanescentes: Boa.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Incêndios e ocupação irregular.

No que diz respeito à importância biológica, este ponto apresenta elevada diversificação de habitats, decorrente da alternância de ecossistemas e de áreas elevadas e pequenos vales, inclusive com a presença de encostas íngremes. Esta configuração da paisagem pressupõe uma riqueza biológica elevada. Neste ponto, espécies mais relevantes consistiram em *Handroanthus impetiginosus*, *Bauhinia forficata*, *Cereus jamacaru*, *Mimosa tenuiflora*, *Commiphora leptophloeos*, *Hymenaea courbaril* e *Caesalpinia ferrea* dentre a flora e *Eupsittula cactorum* (periquito-da-caatinga) dentre a fauna. Além disso, segundo Ubaid (2017) este ponto encontra-se dentro de um dos polígonos de maior incidência da ocorrência do jacu (*Penelope jacucaca*) na área de estudo.

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 3:

- Estado de Conservação: Bom (2).
- Importância Biológica: Alta (2).

Figura 6 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 03



Ponto 04 (UTM 518.284,48 E / 9.202.632,87 N)

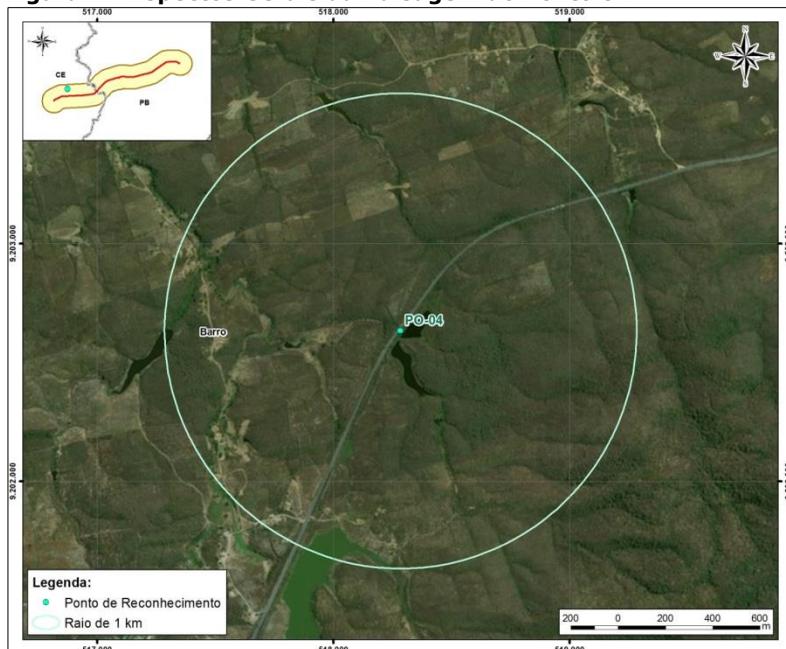
Este ponto, localizado às margens da BR-116, apresenta predomínio de vegetação secundária em regeneração e Caatinga Arbustiva sobre relevo dissecado, sendo evidente um açude nas proximidades. A ocupação antrópica é pequena e pontual (Figura 7).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Baixo.

- Condições das bordas dos remanescentes: Baixa incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Bom.
- Forma dos remanescentes: Boa.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Pequena.

Figura 7 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 04



No que diz respeito à importância biológica, neste ponto evidenciou-se elevada densidade de espécies vegetais típicas da Caatinga, com destaque a *Handroanthus impetiginosus*, *Bauhinia forficata*, *Cereus jamaclaru*, *Mimosa tenuiflora*, *Commiphora leptophloeos*, *Hymenaea courbaril* e *Machaerium hirtum*. Para a fauna, não houve registros de espécies de interesse. Entretanto, as boas condições locais da vegetação permitem pressupor a existência de tais espécies, especialmente se considerado a presença do açude local. A área insere-se ainda em área de registro do jacu-do-nordeste (*Penelope jacucaca*), conforme indica Ubaid (2017).

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 4:

- Estado de Conservação: Bom (2).
- Importância Biológica: Alta (2).

Ponto 05 (UTM 522.307,85 E / 9.200.247,61 N)

Este ponto se caracteriza pela existência de extensas áreas com predomínio de Caatinga Arbórea nos topos da serra e Caatinga Arbustiva nas encostas. A ocupação antrópica é mais evidente no entorno dos remanescentes, porém nestes há presença de áreas desmatadas (Figura 8).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

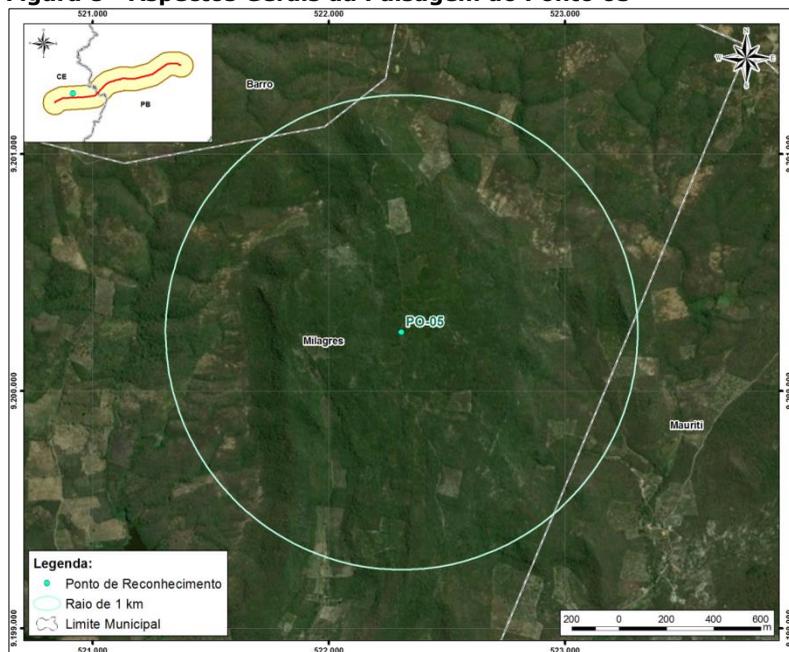
- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Baixo.
- Condições das bordas dos remanescentes: Pequena incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Bom.
- Forma dos remanescentes: Boa.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Risco de desmatamentos e de incêndios.

No que diz respeito à importância biológica, neste ponto evidenciou-se grande abundância da palmeira-católé (*Syagrus oleracea*) e vestígios da ocorrência do veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*).

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 5:

- Estado de Conservação: Bom (2).
- Importância Biológica: Alta (2).

Figura 8 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 05



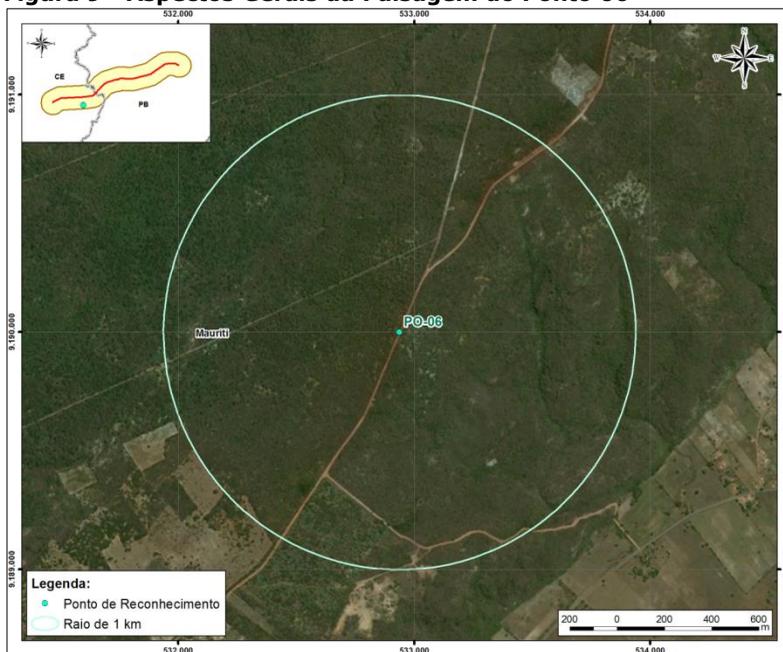
Ponto 06 (UTM 532.937,73 E / 9.189.998,14 N)

Este ponto abrange extensas áreas contínuas de Caatinga Arbórea nos topos da serra e de Caatinga Arbustiva nas encostas, com pequena incidência de ocupação antrópica. O principal agente modificador da paisagem consiste na BR-116 (Figura 9).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Baixo.
- Condições das bordas dos remanescentes: Baixa incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Bom.
- Forma dos remanescentes: Boa.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Baixa.

Figura 9 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 06



No que diz respeito à importância biológica, neste ponto evidenciaram-se diversas espécies de interesse, a exemplo de *Handroanthus impetiginosus*, *Mimosa tenuiflora*, *Commiphora leptophloeos* e *Hymenaea courbaril*, dentre a flora e da gralha-cancã (*Cyanocorax cyanopogon*) e do golinho (*Sporophila albogularis*) dentre a avifauna.

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 6:

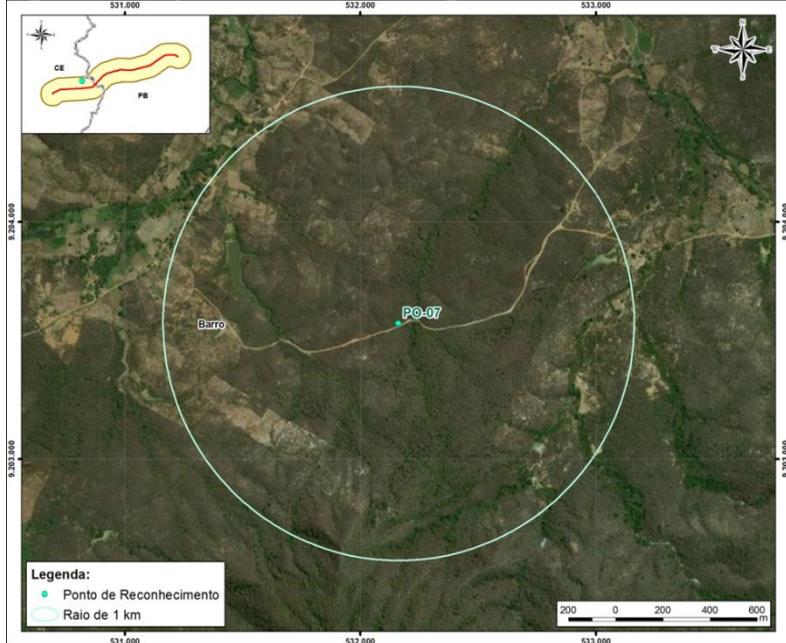
- Estado de Conservação: Excelente (1).
- Importância Biológica: Alta (2).

Ponto 07 (UTM 532.162,00 E / 9.203.572,00 N)

Este ponto apresenta, assim como o anterior, predomínio de Caatinga Arbórea nos topos da serra e Caatinga Arbustiva nas encostas. Estes ambientes mostram-se contínuos e com baixa taxa de ocupação antrópica, a qual se acentua nas porções mais

baixas, gerando algumas pressões sobre os remanescentes das encostas (Figura 10).

Figura 10 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 07



Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Baixa.
- Condições das bordas dos remanescentes: Média.
- Tamanho dos remanescentes: Bom.
- Forma dos remanescentes: Média.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Ocupação desordenada, incêndios.

No que diz respeito à importância biológica, neste ponto foram registradas, para a flora, as espécies *Caesalpinia pyramidalis*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Myracrodruon urundeuva*, *Caesalpinia ferrea*, *Bauhinia cheillantha*, *Cereus jamacaru*,

Anadenanthera colubrina, *Licania scleropylla* e *Ximenia americana*. Para a fauna não houve registros de espécies de interesse. Entretanto, o ponto insere-se em um dos quadrantes com maior concentração de registros do jacu-do-nordeste (*Penelope jacucaca*) (Ubaid, 2017). As boas condições da vegetação no topo da serra pressupõem a presença desta e de outras espécies relevantes para conservação.

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 7:

- Estado de Conservação: Bom (2).
- Importância Biológica: Alta (2).

Ponto 08 (UTM 546.649,99 E / 9.190.477,32 N)

Este ponto apresenta remanescentes esparsos de Caatinga Arbórea nos topos da serra e de Caatinga Arbustiva nas encostas, entremeados por áreas de ocupação antrópica, com diversos canais de drenagem. Observa-se a presença de um rio intermitente no local (Figura 11).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

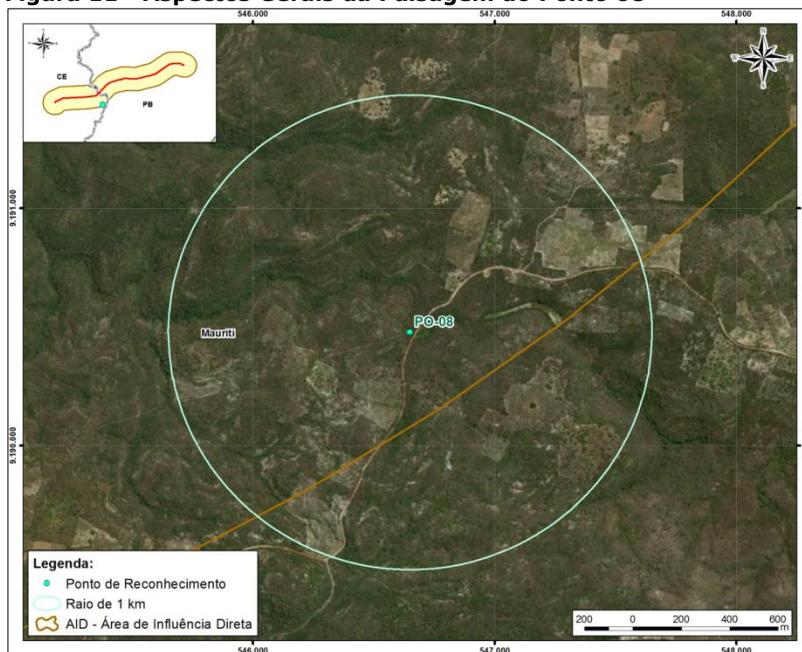
- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Alto
- Condições das bordas dos remanescentes: Alta incidência de efeitos de borda
- Tamanho dos remanescentes: Pequenos a médios
- Forma dos remanescentes: ruim
- Risco de perturbações derivadas do entorno: ampliação da ocupação antrópica, invasão por gado, incêndios.

No que diz respeito à importância biológica, neste ponto não foram evidenciadas espécies de interesse. Entretanto, a presença do rio local pode significar a ocorrência de algumas espécies faunísticas relevantes, especialmente durante períodos chuvosos.

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 8:

- Estado de Conservação: Ruim (4).
- Importância Biológica: Baixa (4).

Figura 11 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 08



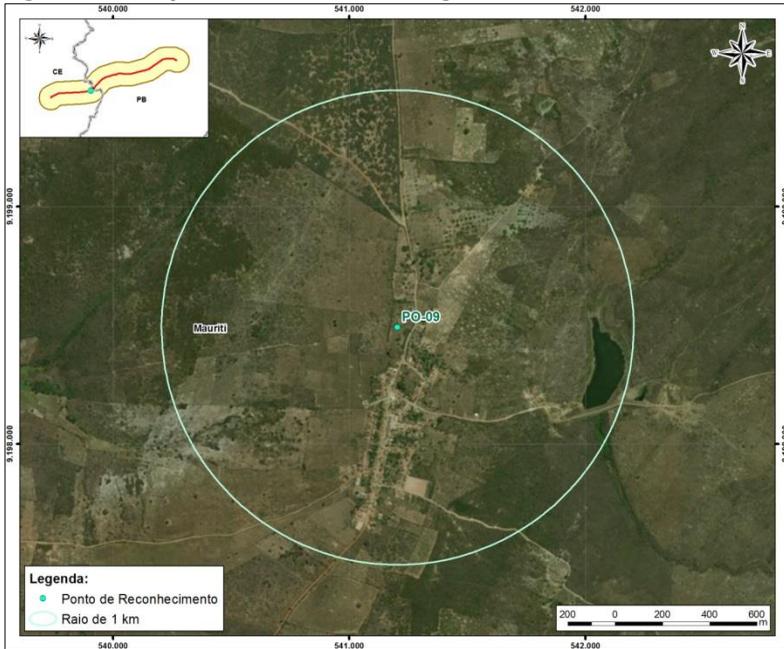
Ponto 09 (UTM 541.204,93 E / 9.198.490,18 N)

Este ponto abrange uma extensa área antropizada, com diversas roças de milho, pastagens e residências. Neste contexto ocorrem pequenos fragmentos de Caatinga Arbustiva esparsos (Figura 12).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Alto.
- Condições das bordas dos remanescentes: Alta incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Pequeno.
- Forma dos remanescentes: Ruim.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Aumento da ocupação antrópica, risco de incêndios, risco de deposição irregular de resíduos.

Figura 12 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 09



No que diz respeito à importância biológica, neste ponto não foram evidenciadas espécies de interesse.

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 9:

- Estado de Conservação: Ruim (4).
- Importância Biológica: Baixa (4).

Ponto 10 (UTM 552.585,42 E / 9.196.988,85 N)

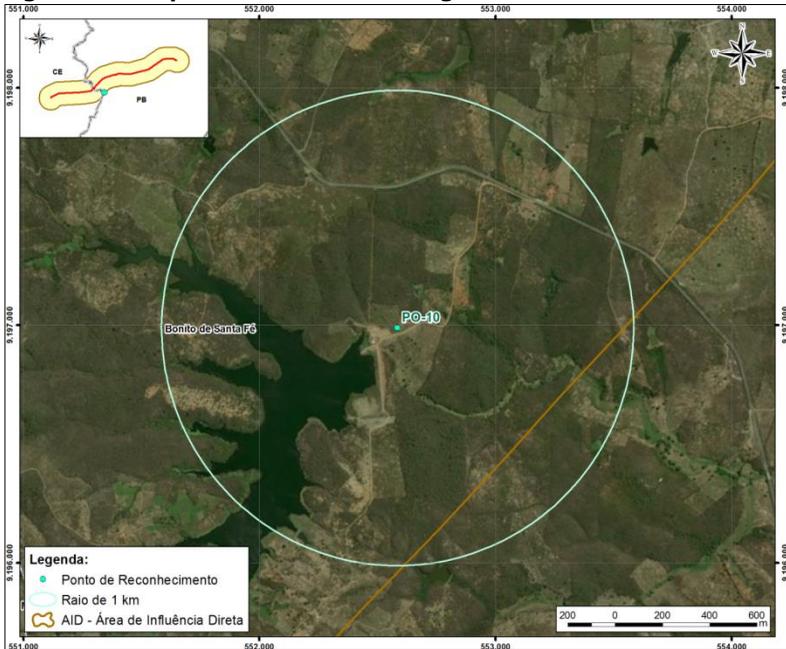
Este ponto localiza-se a jusante de barragem destinada à geração de energia, aonde ocorre também diversas residências nas proximidades. O entorno do reservatório contempla remanescentes de Caatinga Arbustiva de diferentes dimensões, sendo em parte degradadas, especialmente nas proximidades do

lago. A barragem apresenta grande quantidade de macrófitas (Figura 13).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Médio.
- Condições das bordas dos remanescentes: Alta incidência de efeito de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Médio.
- Forma dos remanescentes: Ruim.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Aumento da ocupação antrópica.

Figura 13 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 10



No que diz respeito à importância biológica, neste ponto evidenciaram-se algumas espécies faunísticas de hábitos aquáticos pouco frequentes na região, tais como a andorinha-do-

rio (*Tachycineta albiventer*), o mergulhão-pequeno (*Tachybaptus dominicus*) e o martim-pescador-verde (*Chloroceryle amazona*).

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 10:

- Estado de Conservação: Médio (3).
- Importância Biológica: Média (3).

Ponto 11 (UTM 551.670,46 E / 9.206.524,08 N)

Neste ponto ocorre a presença de extensas áreas de afloramentos rochosos (arenito) recobertos em parte por Caatinga arbustiva-arbórea. A área apresenta intensa variabilidade de elementos da paisagem, incluindo ocupação antrópica dispersa. Os remanescentes de Caatinga mais densa são dispersos, em parte em função de condições naturais (Figura 14).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

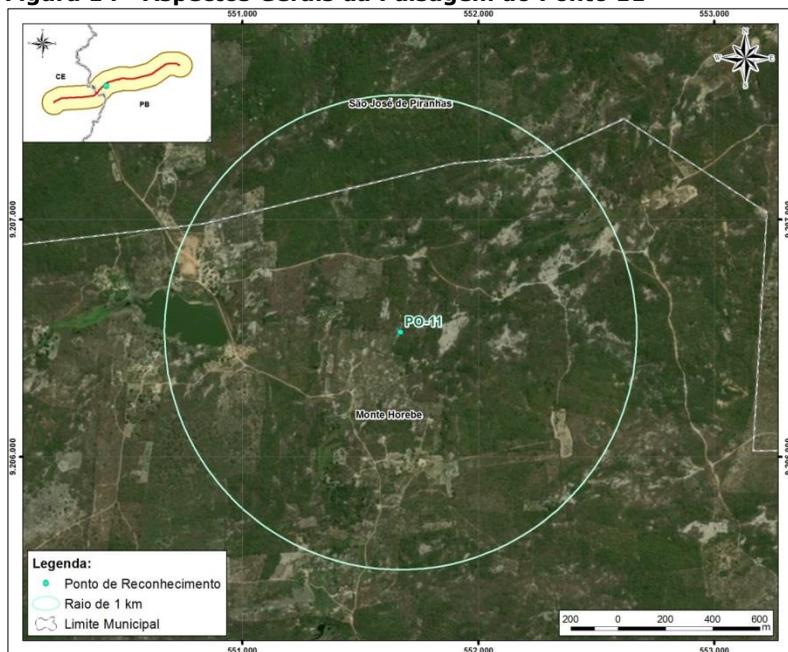
- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Média.
- Condições das bordas dos remanescentes: Baixa incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Ruim.
- Forma dos remanescentes: Ruim.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Risco de incêndios.

No que diz respeito à importância biológica, neste ponto foram evidenciadas as seguintes espécies de interesse: *Myracrodruon urundeuva*, *Caesalpinia ferrea*, *Bauhinia cheillantha*, *Cereus jamacaru*, *Anadenanthera colubrina* e *Ximenia americana*. Para a fauna, registrou-se a ocorrência local do veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*).

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 11:

- Estado de Conservação: Médio (3).
- Importância Biológica: Média (3).

Figura 14 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 11



Ponto 12 (UTM 555.694,01 E / 9.211.770,46 N)

Este ponto localiza-se às margens de represa no rio Piranhas. Trata-se de uma área urbanizada e com alta incidência de solo exposto e voçorocas. A vegetação nativa restringe-se a pequenos remanescentes de Caatinga arbustiva alterada (mais evidentes às margens da porção sul da represa), onde ocorre gado disperso (Figura 15).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Alto.
- Condições das bordas dos remanescentes: Alta incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Ruim.
- Forma dos remanescentes: Ruim.

- Risco de perturbações derivadas do entorno: Incêndios, ocupação irregular, deposição de resíduos sólidos, invasão por gado e espécies exóticas.

No que diz respeito à importância biológica, neste ponto não foram evidenciadas espécies de interesse.

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 12:

- Estado de Conservação: Péssimo (5).
- Importância Biológica: Sem importância (5).

Figura 15 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 12



Ponto 13 (UTM 555.620,86 E / 9.219.548,27 N)

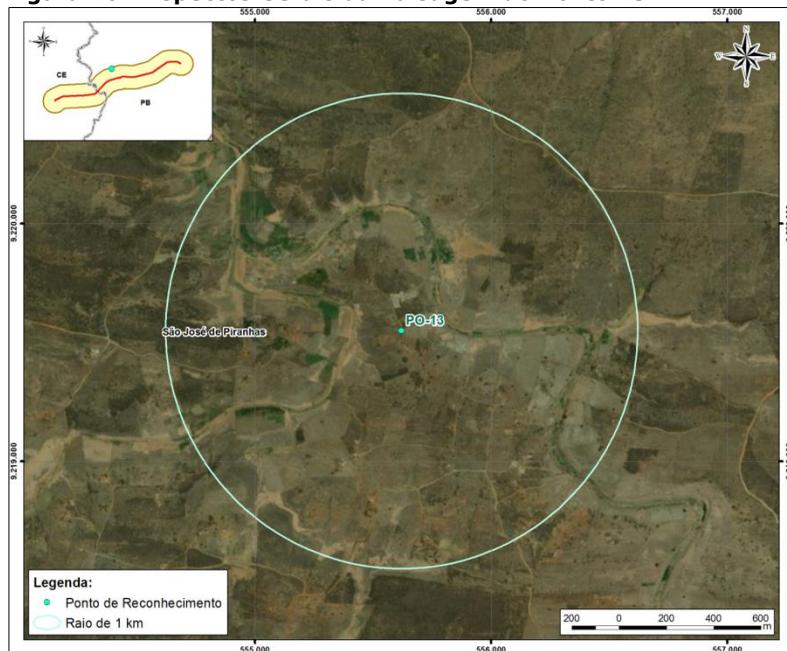
Este ponto localiza-se em área plana próxima a leito de rios intermitentes, cujo leito encontrava-se seco por ocasião do trabalho de campo. No local há presença de diversos cultivos de sequeiro ao longo do leito do corpo hídrico. O restante da área

apresenta predominância de áreas antropizadas, com pequenos remanescentes dispersos de Caatinga Arbustiva (Figura 16).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Alta.
- Condições das bordas dos remanescentes: Alta incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Ruim.
- Forma dos remanescentes: Ruim.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Ampliação da ocupação antrópica.

Figura 16 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 13



No que diz respeito à importância biológica, não foram evidenciadas espécies de interesse nesse ponto.

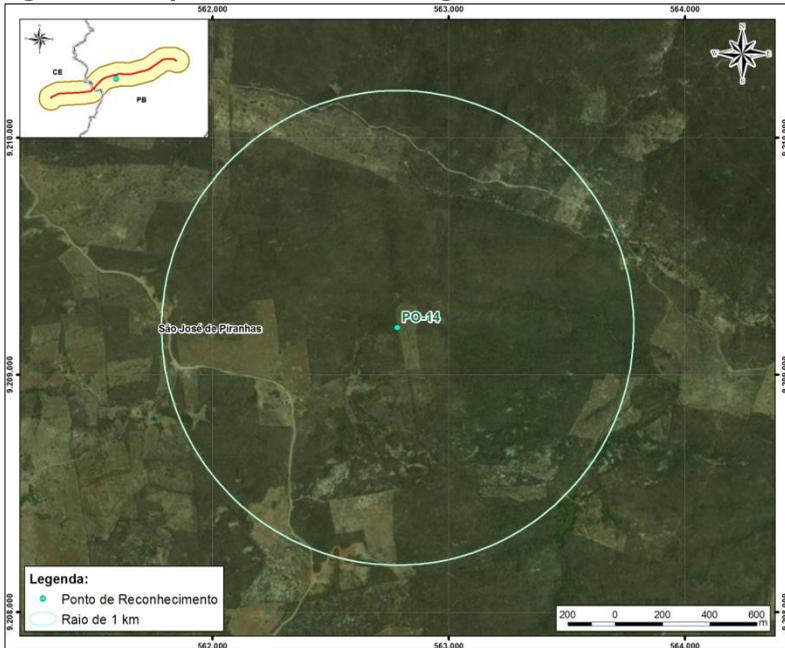
Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 13:

- Estado de Conservação: Péssimo (5).
- Importância Biológica: Sem importância (5).

Ponto 14 (UTM 562.783,43 E / 9.209.198,73 N)

Este ponto apresenta extensos remanescentes de Caatinga Arbustiva, aonde se observam algumas áreas antropizadas por ocupação pouco densa e pastagens. Na porção ao norte os remanescentes são margeados por áreas pouco antropizadas estabelecidas nas proximidades de curso d'água. Ao sul observam-se algumas áreas com areais (Figura 17).

Figura 17 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 14



Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Baixo.
- Condições das bordas dos remanescentes: Incidência média de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Bom.
- Forma dos remanescentes: Boa.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Ocupação irregular, incêndios, presença de gado disperso.

No que diz respeito à importância biológica, neste ponto foram evidenciadas as seguintes espécies vegetais: *Myracrodruon urundeuva*, *Caesalpinia ferrea*, *Bauhinia cheillantha*, *Cereus jamacaru*, *Anadenanthera colubrina* e *Ximena americana*. Para a fauna, por sua vez, não foram registradas espécies de interesse. Entretanto, as grandes extensões de Caatinga permitem pressupor a ocorrência de algumas destas espécies.

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 14:

- Estado de Conservação: Bom (2).
- Importância Biológica: Alta (2).

Ponto 15 (UTM 576.778,11 E / 9.206.503,40 N)

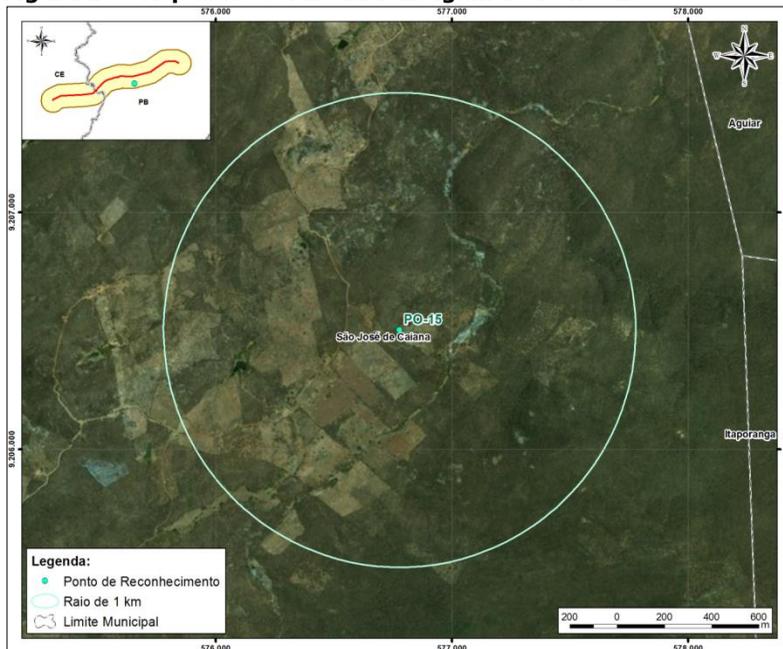
Neste ponto observam-se remanescentes extensos de Caatinga Arbustiva nas áreas de baixada e no topo da serra local a leste, entremeadas por manchas de Caatinga Arbórea. No ponto em si há roças de milho abandonadas. Já na porção a oeste, observa-se intensa ocupação antrópica com pomares e pequenas roças. O ponto subdivide-se, assim, em dois cenários principais da paisagem (Figura 18).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Baixo.
- Condições das bordas dos remanescentes: Alta incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Bom.
- Forma dos remanescentes: Boa.

- Risco de perturbações derivadas do entorno: Ampliação da ocupação irregular, risco de incêndios, invasão por gado e espécies exóticas.

Figura 18 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 15



No que diz respeito à importância biológica, neste ponto registrou-se alta incidência de Passeriformes, possivelmente atraídos pelas espécies vegetais cultivadas. O ponto ainda insere-se em área de concentração mediana do jacu-do-nordeste (*Penelope jacucaca*) no contexto da área de estudo (Ubaid, 2017). Dentre a flora, por sua vez, registrou-se *Myracrodruon urundeuva*, *Caesalpinia ferrea*, *Cereus jamacaru*, *Anadenanthera colubrina* e *Ximenia americana*.

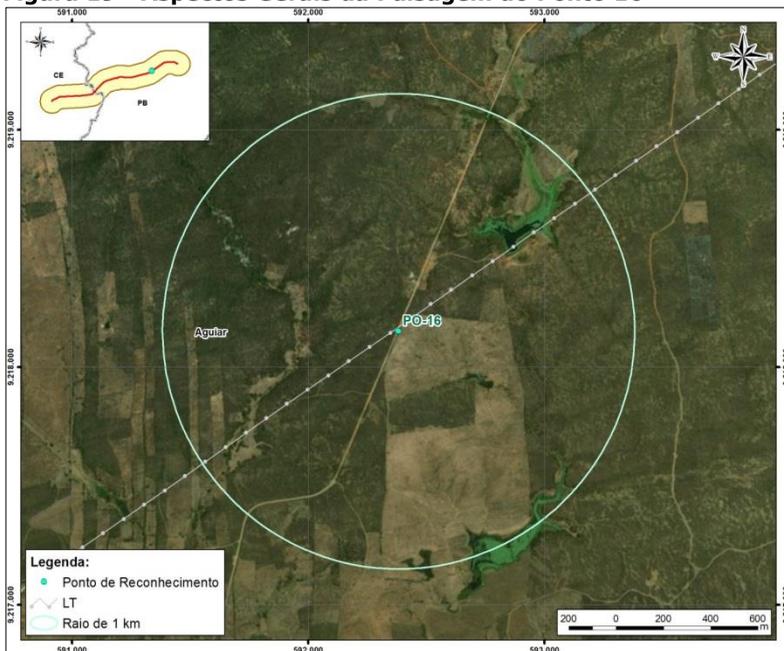
Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 15:

- Estado de Conservação: Médio (3).
- Importância Biológica: Média (3).

Ponto 16 (UTM 592.382,70 E / 9.218.151,47 N)

Este ponto localiza-se às margens da estrada Coremas-Aguiar, a qual, de maneira similar ao ponto anterior, divide a paisagem local em dois cenários: a leste com predomínio de pastagens em área de relevo suave ondulado e, a oeste, com extensos remanescentes de Caatinga Arbustiva que se estendem a noroeste, porém entremeados por áreas de ocupação antrópica (Figura 19).

Figura 19 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 16



Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Médio.
- Condições das bordas dos remanescentes: Alta incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Bom.
- Forma dos remanescentes: Médio.

- Risco de perturbações derivadas do entorno: Risco de incêndios e invasão por gado.

No que diz respeito à importância biológica, neste ponto foram registradas as seguintes espécies vegetais: *Aspidosperma cuspa*, *Myracrodruon urundeuva*, *Astronium fraxinifolium* e *Aspidosperma pyrifolium*. Para a fauna, não foram registradas espécies de interesse. Entretanto, o ponto insere-se em um dos quadrantes com concentração média a alta (Ubaid, 2017) do jacu-do-nordeste (*Penelope jacucaca*), fator que eleva sua importância biológica.

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 16:

- Estado de Conservação: Médio (3).
- Importância Biológica: Média (3).

Ponto 17 (UTM 599.765,00 E / 9.223.042,00 N)

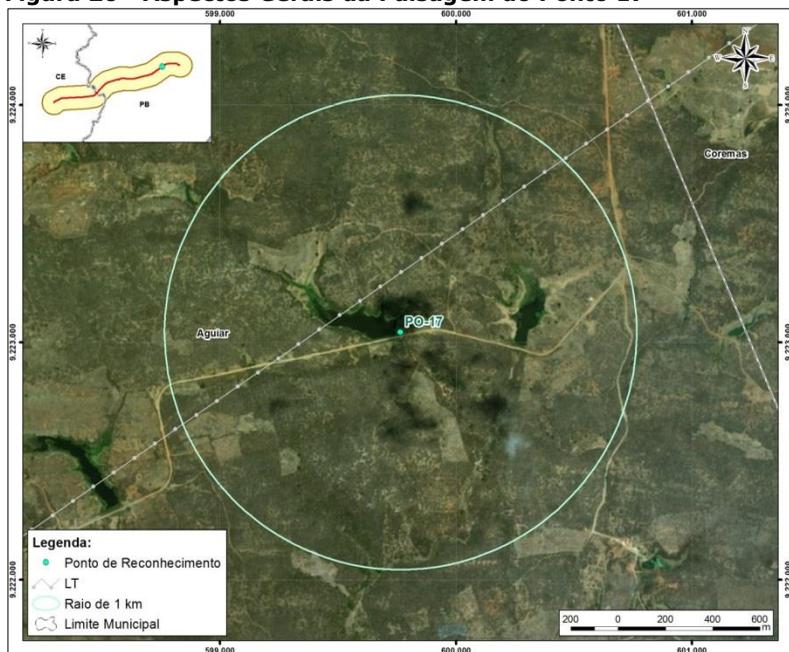
Este ponto, localizado às margens da Estrada Coremas-Aguiar, abrange um açude com mata ciliar estabelecida no entorno, a qual se conecta com remanescentes de Caatinga Arbórea e Arbustiva ao norte, aonde se observa boa integridade da vegetação. Esta conexão denota boas condições de conservação, embora ao sul, a partir da estrada, observe-se a descontinuidade da vegetação ciliar (Figura 20).

Em direção a leste, observa-se outro açude com condições similares. A distância entre ambos os locais é inferior às dimensões das matas ciliares do ponto em questão. Entretanto, o conjunto mostra-se isolado em relação a outros sistemas florestais.

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Médio.
- Condições das bordas dos remanescentes: Médio.
- Tamanho dos remanescentes: Ruim.
- Forma dos remanescentes: Médio.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Aporte de material particulado proveniente da estrada.

Figura 20 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 17



No que diz respeito à importância biológica, a vegetação da Mata Ciliar encontra-se bem desenvolvida e com elevada riqueza, com registros de espécies de interesse como *Myracrodruon urundeuva* e *Astronium fraxinifolium*. Quanto à fauna, destacam-se nesse ponto espécies associadas a habitats aquáticos pouco frequentes na Caatinga e que compreendem os primeiros registros para a região, a saber, o gavião-caramujeiro (*Rostrhamus sociabilis*) e a biguatinga (*Anhinga anhinga*), espécies que sugerem boa qualidade dos recursos hídricos locais. A presença dessas duas espécies indica que, apesar da fragmentação do ambiente, o mesmo pode apresentar significância como área de abrigo a espécies em deslocamento.

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 17:

- Estado de Conservação: Médio (3).
- Importância Biológica: Alta (2).

Ponto 18 (UTM 600.606,00 E / 9.224.805,00 N)

Este ponto consiste em uma transposição da serra Santa Catarina por estrada estabelecida em um vale (boqueirão). O local apresenta predomínio de vegetação de Caatinga Arbórea e Arbustiva em ambas as margens da estrada. A vegetação local encontra-se bem estruturada, mostrando uma condição condizente com estágios avançados de regeneração. Os remanescentes, embora atravessados pela estrada, conectam-se a outras áreas contínuas ao longo da serra em direções leste e oeste (Figura 21).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

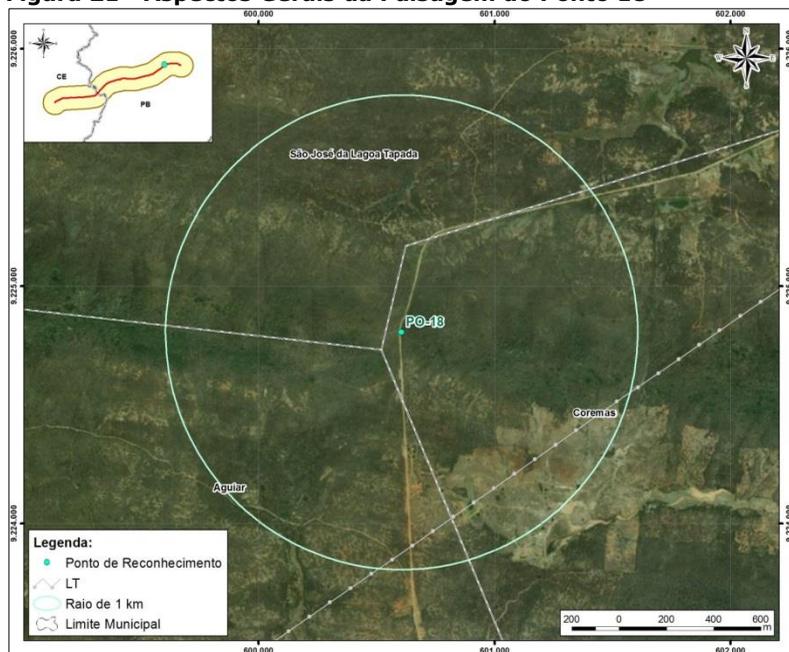
- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Baixo.
- Condições das bordas dos remanescentes: Baixa incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Bom.
- Forma dos remanescentes: Boa.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Riscos derivados da rodovia, com especial destaque a incêndios e atropelamentos de fauna.

No que diz respeito à importância biológica, neste ponto foram registradas algumas espécies vegetais de interesse, como *Myracrodruon urundeuva*, *Caesalpinia ferrea*, *Anadenanthera colubrina* e *Ximènia americana*. Já em relação à fauna, o ponto revelou alta concentração de aves, sendo ainda o de maior concentração do jacu-do-nordeste (*Penelope jacucaca*) no contexto regional (Ubaid, 2017), possivelmente decorrente exatamente da integridade ambiental local (Figura 3.19).

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 18:

- Estado de Conservação: Bom (2).
- Importância Biológica: Extrema (1).

Figura 21 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 18



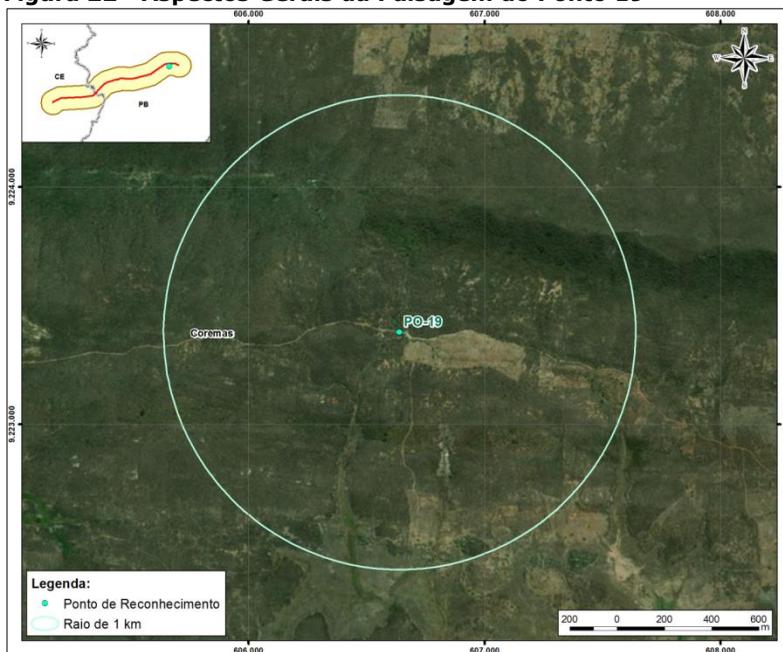
Ponto 19 (UTM 606.640,17 E / 9.223.387,52 N)

Este ponto localiza-se no pé da Serra Santa Catarina, apresentando diversos remanescentes contínuos de Caatinga Arbórea que se estendem até a serra a norte e a drenagens naturais ao sul. No ponto há pequena área de ocupação margeada por ecossistemas naturais (Figura 22).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Baixo.
- Condições das bordas dos remanescentes: Baixa incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Bom.
- Forma dos remanescentes: Boa.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Incêndios e atropelamentos de fauna.

Figura 22 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 19



No que diz respeito à importância biológica, neste ponto evidenciou-se alta incidência de aves, com destaque ao gavião-caboclo (*Heterospizias meridionalis*), ao gavião-de-cauda-curta (*Buteo brachyurus*), ao beija-flor-de-garganta-verde (*Amazilia fimbriata*), ao urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*) e ao periquito-da-Caatinga (*Eupsittula cactorum*), além de diversos Passeriformes. O ponto também contempla alguns registros do jacu-do-nordeste (*Penelope jacucaca*) (Ubaid, 2017). Quanto à vegetação, destacam-se nesse ponto *Aspidosperma cuspa*, *Myracrodruon urundeuva*, *Croton blanchetianus*, *Astronium fraxinifolium*, *Cochlospermum vitifolium* e *Aspidosperma pyrifolium*.

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 19:

- Estado de Conservação: Excelente (1).
- Importância Biológica: Alta (2).

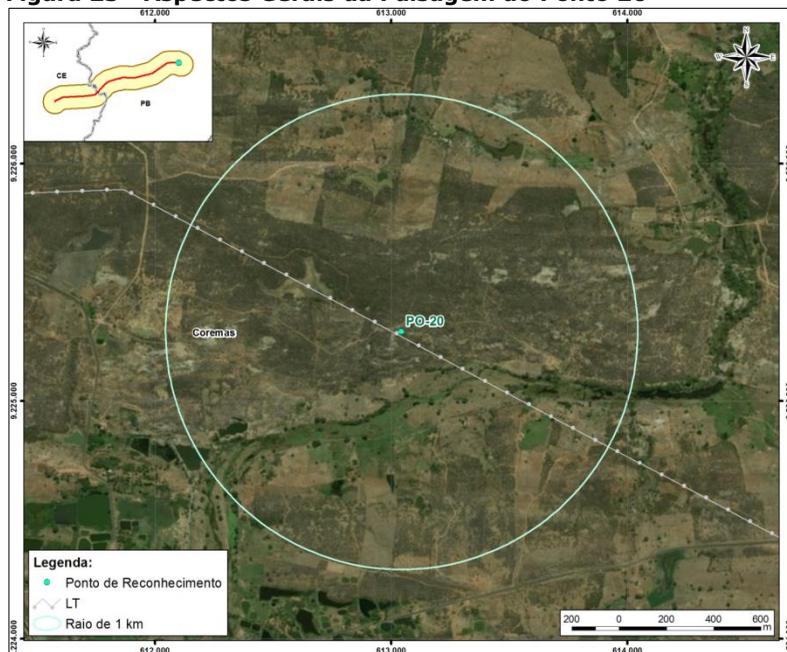
Ponto 20 (UTM 613.044,05 E / 9.225.291,89 N)

Este ponto abrange uma extensa área antropizada, em meio à qual ocorre um afloramento rochoso (granitoide) com presença de vegetação xerofítica. Os remanescentes de Caatinga arbustiva são pequenos e dispersos, sem continuidade (Figura 23).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Alto.
- Condições das bordas dos remanescentes: Alta incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Ruim.
- Forma dos remanescentes: Ruim.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Invasão por gado e outros animais domésticos, ocupação irregular.

Figura 23 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 20



No que diz respeito à importância biológica, embora haja predomínio de condições alteradas, observa-se alta incidência de Bromeliaceae e Cactaceae. Em relação à fauna, não foram registradas espécies de interesse.

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 20:

- Estado de Conservação: Ruim (4).
- Importância Biológica: Baixa (4).

Ponto 21 (UTM 578.937,63 E / 9.217.178,00 N)

Este ponto corresponde ao entorno da Barragem de Coremas, nas proximidades da sede do município. O ponto apresenta área de serra, sendo que, no topo, observa-se Caatinga Arbustiva, enquanto nas áreas de encosta e baixada observam-se áreas antropizadas. Os remanescentes vegetacionais nativos encontram-se, nessa condição, parcialmente isolados e apresentando influência de condições alteradas (Figura 24).

Os indicadores qualitativos para o estado de conservação deste ponto são os seguintes:

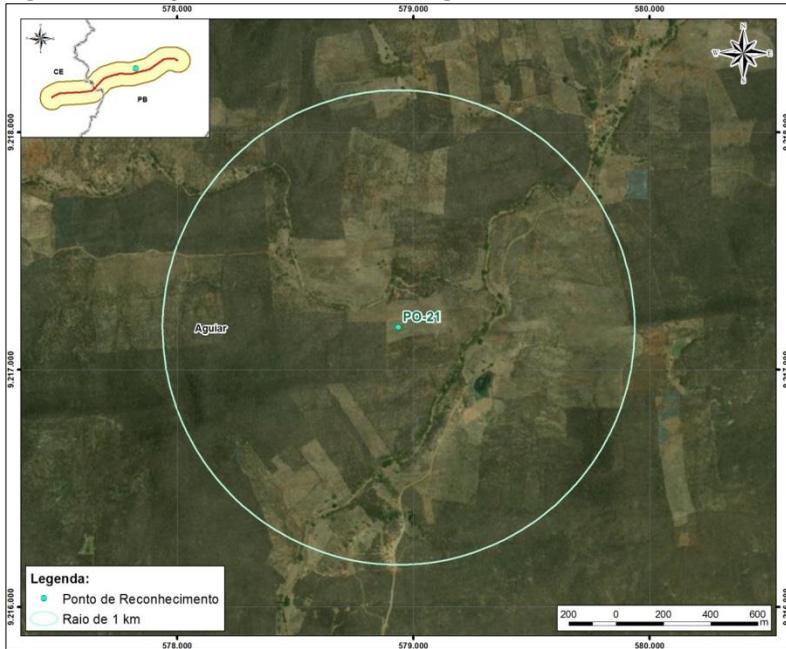
- Estado de fragmentação da vegetação nativa: Alto.
- Condições das bordas dos remanescentes: Alta incidência de efeitos de borda.
- Tamanho dos remanescentes: Ruim.
- Forma dos remanescentes: Ruim.
- Risco de perturbações derivadas do entorno: Ocupação irregular, risco de incêndios, risco de disposição irregular de resíduos sólidos.

No que diz respeito à importância biológica, no local não foram evidenciadas espécies de grande relevância conservacionista ou indicadoras de boas condições ambientais, podendo o ponto ser considerado Sem Importância Biológica.

Pelas condições acima, pode-se atribuir os seguintes escores ao Ponto 21:

- Estado de Conservação: Ruim (4).
- Importância Biológica: Sem importância (5).

Figura 24 - Aspectos Gerais da Paisagem do Ponto 21



A Tabela 9 sumariza os resultados da avaliação dos pontos acima descritos. Tendo-se por base a média aritmética dos valores obtidos para os pontos de amostragem, verifica-se que, no tocante ao Estado de Conservação, a região apresenta uma condição média (valor = 2,96), valor que pode ser considerado como esperado, haja vista a concentração mediana de áreas de ocupação antrópica no ambiente rural em relação aos ambientes naturais. Da mesma forma, a Importância Biológica regional pode ser assumida como média (valor = 3), não obstante o registro de espécies ameaçadas de extinção. Entretanto, a maior parcela das espécies registradas consiste em formas de ampla distribuição pela Caatinga ou pelos ecossistemas abertos sul-americanos, sendo que muitas das mesmas ocorrem inclusive em ambientes antropizados. Desta forma, os índices obtidos podem ser considerados como condizentes à descrição da realidade regional.

Tabela 9 - Valoração do Estado de Conservação do Ambiente e da Importância Biológica dos Pontos de Amostragem na Área de Influência Direta da Linha de Transmissão 230 kV Milagres/Coremas-C2

Pontos	Estado de Conservação	Importância Biológica
PO-01	2 (Bom)	2 (Alta)
PO-02	5 (Péssimo)	5 (Sem importância)
PO-03	2 (Bom)	2 (Alta)
PO-04	2 (Bom)	2 (Alta)
PO-05	2 (Bom)	2 (Alta)
PO-06	1 (Excelente)	2 (Alta)
PO-07	2 (Bom)	2 (Alta)
PO-08	4 (Ruim)	4 (Baixa)
PO-09	4 (Ruim)	4 (Baixa)
PO-10	3 (Médio)	3 (Média)
PO-11	3 (Médio)	3 (Média)
PO-12	5 (Péssimo)	5 (Sem importância)
PO-13	5 (Péssimo)	5 (Sem importância)
PO-14	2 (Bom)	2 (Alta)
PO-15	3 (Médio)	3 (Média)
PO-16	3 (Médio)	3 (Média)
PO-17	3 (Médio)	2 (Alta)
PO-18	2 (Bom)	1 (Extrema)
PO-19	1 (Excelente)	2 (Alta)
PO-20	4 (Ruim)	4 (Baixa)
PO-21	4 (Ruim)	5 (Sem importância)
Valor Médio	2,96 (Médio)	3 (Média)

Análise Quantitativa da Evolução Temporal da Paisagem da Área de Influência Direta da Linha de Transmissão 230kV Milagres/Coremas-C2

A fragmentação de ecossistemas em função de atividades humanas tem resultado na formação de mosaicos nas paisagens, com alternância de sistemas naturais e antropizados em diferentes níveis. A intensidade da fragmentação, especialmente quando esta apresenta fragmentos isolados e com dimensões reduzidas, pode resultar na perda de habitats e na impossibilidade de manutenção de fluxos gênicos ao longo da paisagem e, conseqüentemente, da biodiversidade em nível local (Brito *et al.*, 2017).

Segundo Calegari *et al.* (2010), um fragmento pode ser definido como uma área de vegetação natural interrompida por barreiras antrópicas ou naturais (p.ex.: estradas, povoados, culturas agrícolas e florestais, pastagens, montanhas, lagos, represas) capazes de diminuir significativamente os fluxos de animais, pólen e/ou sementes. Como principais conseqüências da interrupção desses fluxos, pode-se citar a perda da biodiversidade microbiológica do solo, da flora e da fauna; a perda da diversidade genética; a redução da densidade ou abundância e alteração da estrutura da vegetação, entre outros. Essas modificações podem ocorrer para a espécie em particular ou para as comunidades biológicas como um todo, provocando a alteração ou mesmo a eliminação das relações ecológicas.

Quando o processo de fragmentação ocorre de maneira natural em função de aspectos abióticos, espera-se uma adaptação dos organismos e das comunidades biológicas ao ambiente em contínua e gradual modificação, condição esta predita pelos processos de evolução e seleção natural. Entretanto, quando tais processos são decorrentes de ação antrópica, nem sempre há tempo para que tais adaptações sejam estabelecidas – especialmente quando as ações permeiam diversas áreas concomitantemente. Nessas condições, além da intensificação dos aspectos da fragmentação anteriormente citados, podem-se citar alterações rápidas no microclima como na umidade do ar, temperatura e radiação solar, particularmente nas bordas dos fragmentos, que ficam mais sujeitas à exposição solar.

Outra condição esperada é a maior possibilidade de ocorrência de espécies exóticas invasoras e a intensificação dos riscos de erosão, assoreamento dos cursos d'água e redução gradativa dos recursos hídricos pela menor capacidade de retenção de água das chuvas nos solos, maior velocidade de escoamento destas e também maior evapotranspiração, dentre outros aspectos (Calegari *et al.*, 2010).

Conforme salientado na parte metodológica, a avaliação quantitativa visou caracterizar a evolução dos ecossistemas naturais da AID da Linha de Transmissão 230 Kv Milagres/Coremas-C2 (Caatinga Arbustiva, Caatinga Arbórea e Mata Ciliar) mediante cinco diferentes métricas, a saber, de Área, de Fragmento, de Bordas, de Forma dos Fragmentos e do Vizinho Mais Próximo. Tais métricas são consideradas como descritoras do processo de fragmentação ao qual a paisagem regional possa estar sujeita, sendo úteis para estudos ecológicos, uma vez que a riqueza e abundância de certas espécies dependem das dimensões dos fragmentos da paisagem. A análise considerou três períodos distintos (1985, 2006 e 2016).

Os resultados obtidos mediante as análises das métricas em questão são apresentados a seguir. Para o detalhamento dos métodos de análise, veja-se o capítulo sobre Métodos.

Métricas de Área

Conforme salientado nos aspectos metodológicos, as métricas de área foram adotadas segundo duas condições descritoras principais do processo de fragmentação, quais sejam: a Área Total da Paisagem (AREA) e o Índice de Similaridade da Paisagem (SIMI). Já em relação às classes de uso do solo, dois outros índices foram avaliados: a Percentagem da Paisagem (PLAND) e o Índice de Maior Fragmento (LPI).

A Tabela 10 apresenta os resultados do Índice de Similaridade (SIMI) de fragmentos de cada tipologia, calculadas para os três tipos de ecossistemas avaliados, considerando os anos de 1985, 2006 e 2016. Já as métricas de áreas em relação aos fragmentos de cada tipologia e classes de paisagem são expressas nas Figuras 25 e 26.

Tabela 10 - Similaridades Considerando o Tamanho e a Proximidade de Todos os Fragmentos Segundo Diferentes Tipologias da Área de Influência Direta da Linha de Transmissão 230 kV Milagres/Coremas-C2

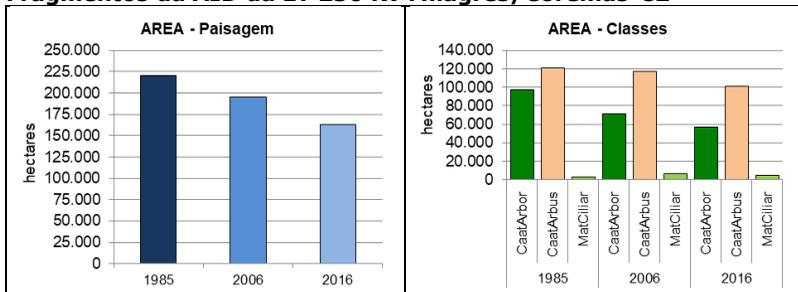
Ano da Imagem	Código das Classes	Descrição	Métricas	
			SIMI	ÁREA (hectares)
1985	CaatArbor	Caatinga Arbórea	13.975.734.823	
	CaatArbus	Caatinga Arbustiva	3.855.511.441	
	MatCiliar	Mata Ciliar	29.838	
2006	CaatArbor	Caatinga Arbórea	14.124.642.788	269.096,88
	CaatArbus	Caatinga Arbustiva	3.224.953.380	
	MatCiliar	Mata Ciliar	126.476	
2016	CaatArbor	Caatinga Arbórea	8.218.763.600	
	CaatArbus	Caatinga Arbustiva	35.971.024.745	
	MatCiliar	Mata Ciliar	488.866	

Legenda: (SIMI) Índice de Similaridade da Paisagem; (TA) Área total da paisagem em hectares.

A análise dos dados sugere um aumento do processo de fragmentação da área de estudo entre os anos de 1985 e 2016. No caso de SIMI, há uma relação direta entre o aumento dos valores e a distância dos núcleos dos fragmentos das diferentes tipologias vegetacionais, considerando ainda suas bordas. Esta condição é evidente também nos gráficos da Figura 25, que indica uma redução gradual das áreas abrangidas pelas diferentes tipologias. Conquanto o SIMI para a Caatinga Arbórea tenha reduzido em 2016 em relação aos demais anos, esta condição pode ser explicada pela manutenção da proximidade entre os fragmentos remanescentes (ver Métricas de Borda), mas não pela área total da fitofisionomia.

Quanto às percentagens da paisagem ocupadas por cada tipologia (PLAND), o índice se aproxima de "0" quando as áreas centrais dos fragmentos correspondentes (Classes) se tornam cada vez mais raras na paisagem, por causa do aumento das manchas menores e/ou formas de fragmentos mais complexos. PLAND se aproxima de 100 quando toda a paisagem é constituída por um único tipo de fisionomia (isto é, quando toda a imagem é composta por uma única mancha) e a distância da profundidade de borda especificada se aproxima de zero.

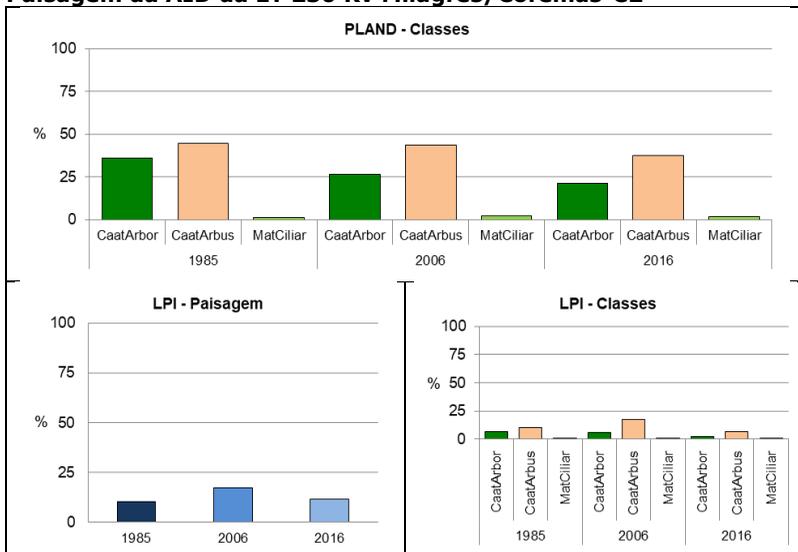
Figura 25 - Análise das Métricas de Área em Relação aos Fragmentos da AID da LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2



Legenda: (AREA) Área do fragmento em hectares.

No caso em questão, verifica-se que, para as três tipologias consideradas, houve uma redução do PLAND entre os anos de 1985 e 2016, com apenas um pequeno incremento em 2006 para Matas Ciliares, seguido de nova redução (Figura 26).

Figura 26 - Análise das Métricas de Área em Relação às Classes de Paisagem da AID da LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2



Legenda: (PLAND) Percentagem de fragmentos de mesma classe na paisagem; (LPI) Índice de Fragmento Maior, expresso como percentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe e/ou paisagem.

O índice corrobora a informação de que houve um incremento da fragmentação ao longo do tempo considerado. Já no tocante às Matas Ciliares, é possível que o incremento se deva à presença de áreas com vegetação herbácea em desenvolvimento nas proximidades dos cursos d'água durante a estiagem ou ao ressurgimento da vegetação arbustiva no início das chuvas (considerando que a imagem de 2006 é datada de 25 de setembro). Nesses períodos, quando o volume de água nos corpos hídricos encontra-se baixo e inicia-se o processo de umidificação do solo, as margens dos rios e reservatórios observam grande incremento da vegetação herbácea, sendo que esta pode simular áreas de matas no processo de interpretação de imagens de satélite (*e.g.*, Turíbio-e-Silva *et al.*, 2011). Assim sendo, o possível "incremento" das áreas de matas ciliares no ano de 2006 deve ser visto com cautela.

Quanto ao índice do maior fragmento de cada tipologia (LPI), o mesmo apresenta redução ao longo do tempo quando a maior mancha na paisagem é cada vez menor. LPI=100 quando toda a paisagem é constituída por uma única mancha, *i.e.*, quando a maior mancha compreende 100% da paisagem. No caso em estudo, os valores de LPI são variáveis segundo cada uma das tipologias, sendo que o valor geral de 2016 é superior ao de 1985. Resultados diferentes foram encontrados por Gregg *et al.* (2009), que observaram diminuição considerável da cobertura florestal em um período de 29 anos (1971 a 2000) no município de Jaboticabal/SP. Esse comportamento, segundo os autores, foi explicado pela redução da área dos fragmentos das matas, sendo que a quantidade deles se manteve praticamente igual. O aumento da área de determinada classe pode ocorrer ainda devido ao incremento do tamanho dos fragmentos, de forma mais marcante do que o surgimento de novos, conforme constatado também por Pereira *et al.* (2001).

Esta condição sugere que, embora o aumento da fragmentação tenha ocorrido de maneira generalizada para toda a área de estudo, alguns dos fragmentos observaram incrementos, indicando uma heterogeneidade no uso do solo entre diferentes locais. Deve-se ressaltar, entretanto, que a imagem de 2016 data de 23 de novembro, quando há maior desenvolvimento da vegetação em função do período chuvoso. Assim sendo, a redução das áreas de vegetação nativa pode ser inferida como real. As Figuras 27 a 29 demonstram as variações nas áreas das diferentes tipologias ao longo dos anos.

Figura 27 - Mapas da Métrica de Área da Classe Caatinga Arbórea (Anos 1985, 2006 e 2016)

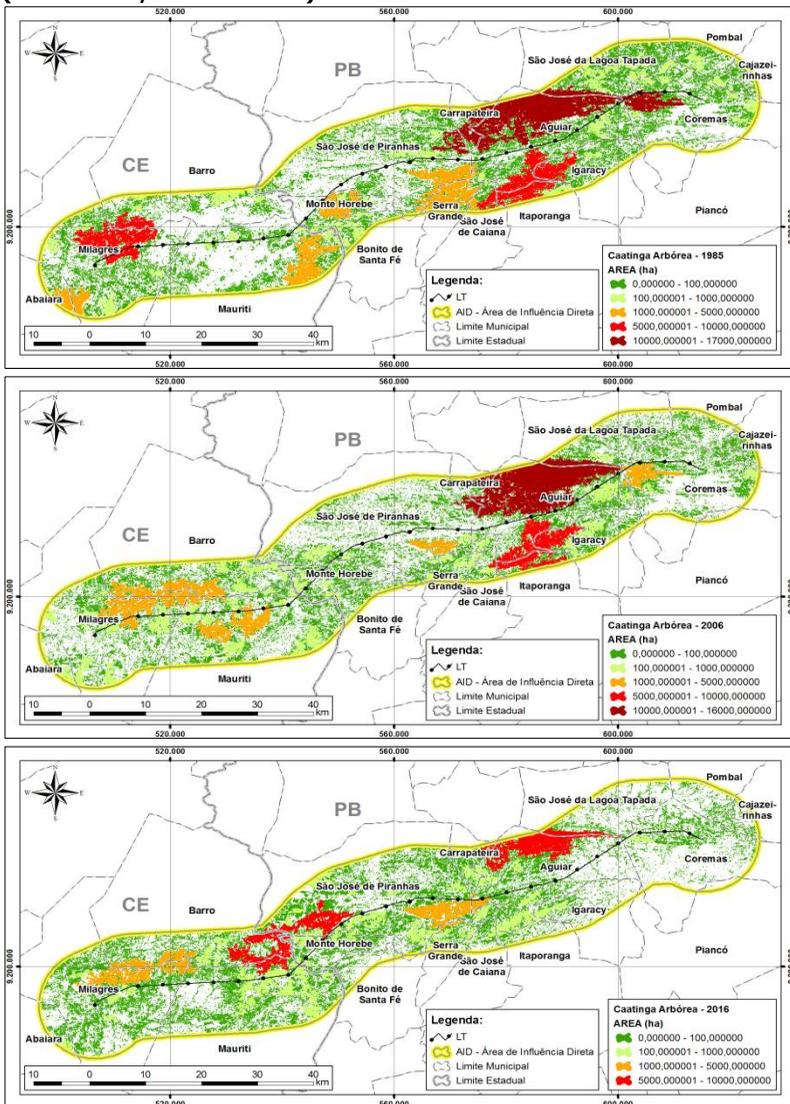


Figura 28 - Mapas da Métrica de Área da Classe Caatinga Arbustiva (Anos 1985, 2006 e 2016)

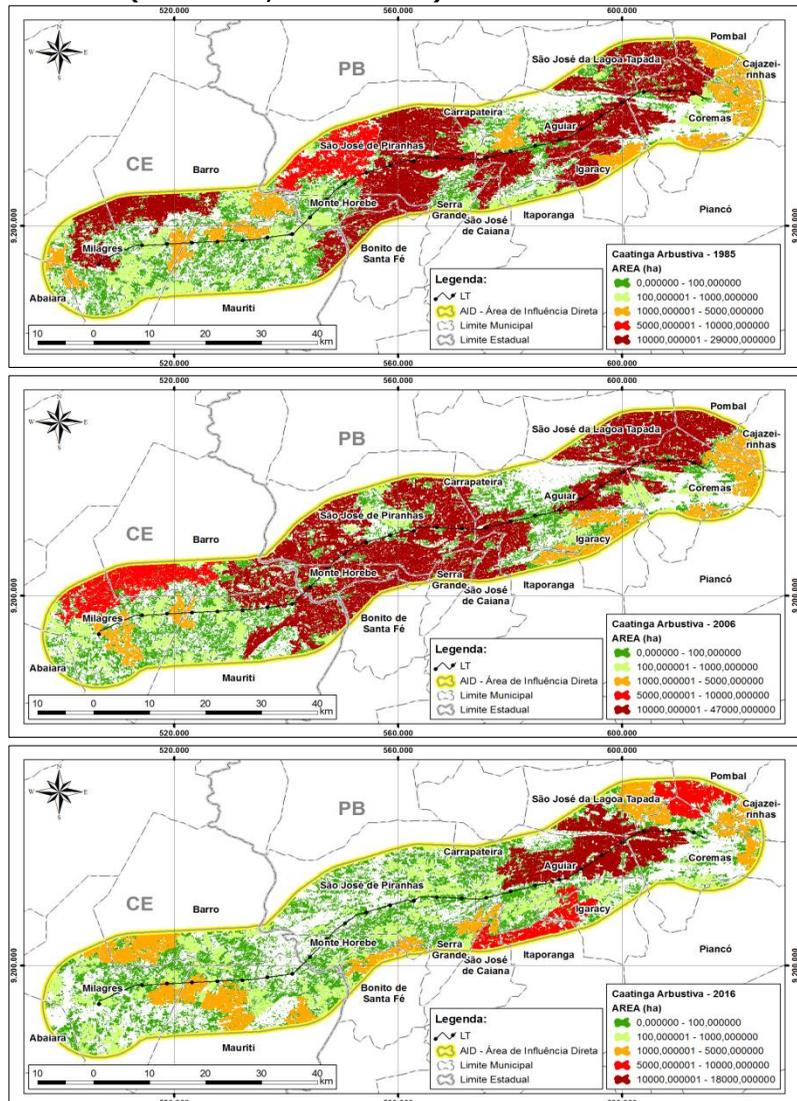
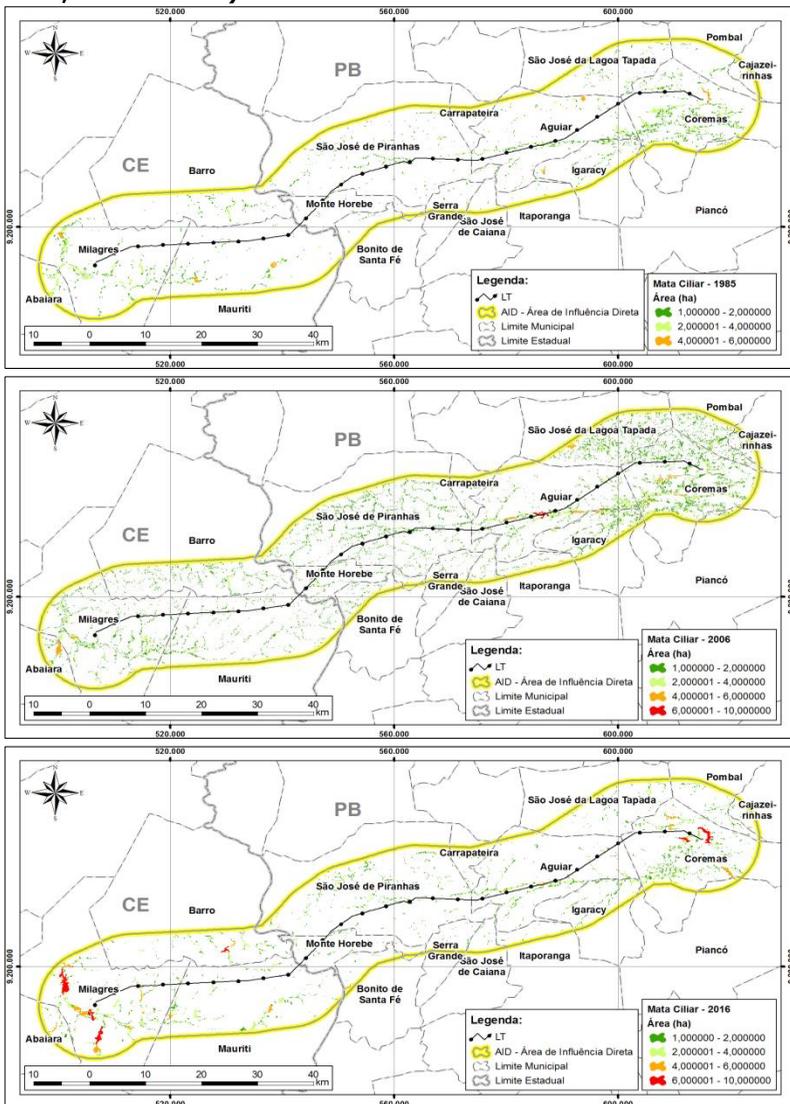


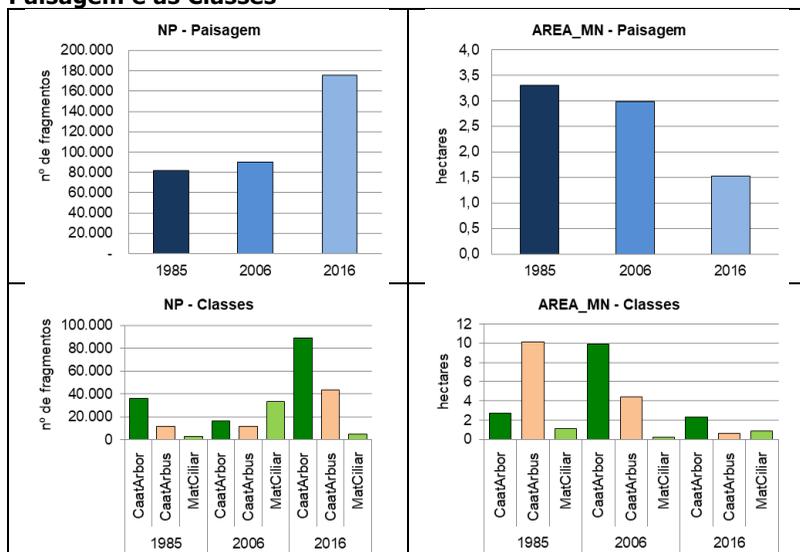
Figura 29 - Mapas da Métrica de Área da Classe Mata Ciliar (Anos 1985, 2006 e 2016)



Métricas de Fragmentos

As métricas de fragmento caracterizam o número de fragmentos, tamanho médio, densidade e variação dos mesmos. Estas métricas permitem que se ordene a paisagem por grau de fragmentação, heterogeneidade ou outros aspectos relacionados aos fragmentos. No caso da métrica de fragmentos, são apresentados a seguir os índices de número de fragmentos presentes na paisagem como um todo e em cada classe considerada (NP) e a média das áreas (em hectares) de todos os fragmentos da paisagem ou de cada classe (AREA_MN), conforme Figura 30.

Figura 30 - Análise das Métricas de Fragmento em Relação à Paisagem e às Classes



Legenda: (NP) Número de fragmentos existentes na paisagem ou por classe; (AREA_MN) Tamanho médio dos fragmentos. Média entre as áreas em hectares de todos os fragmentos da paisagem ou da classe.

O número de fragmentos de determinada classe é importante para caracterizar os padrões da paisagem, uma vez que constitui uma medida do seu grau de subdivisão ou fragmentação. O tamanho médio dos fragmentos, além disso, é considerado bom indicativo do grau de fragmentação, por ser função do número de fragmentos e da área total ocupada pela

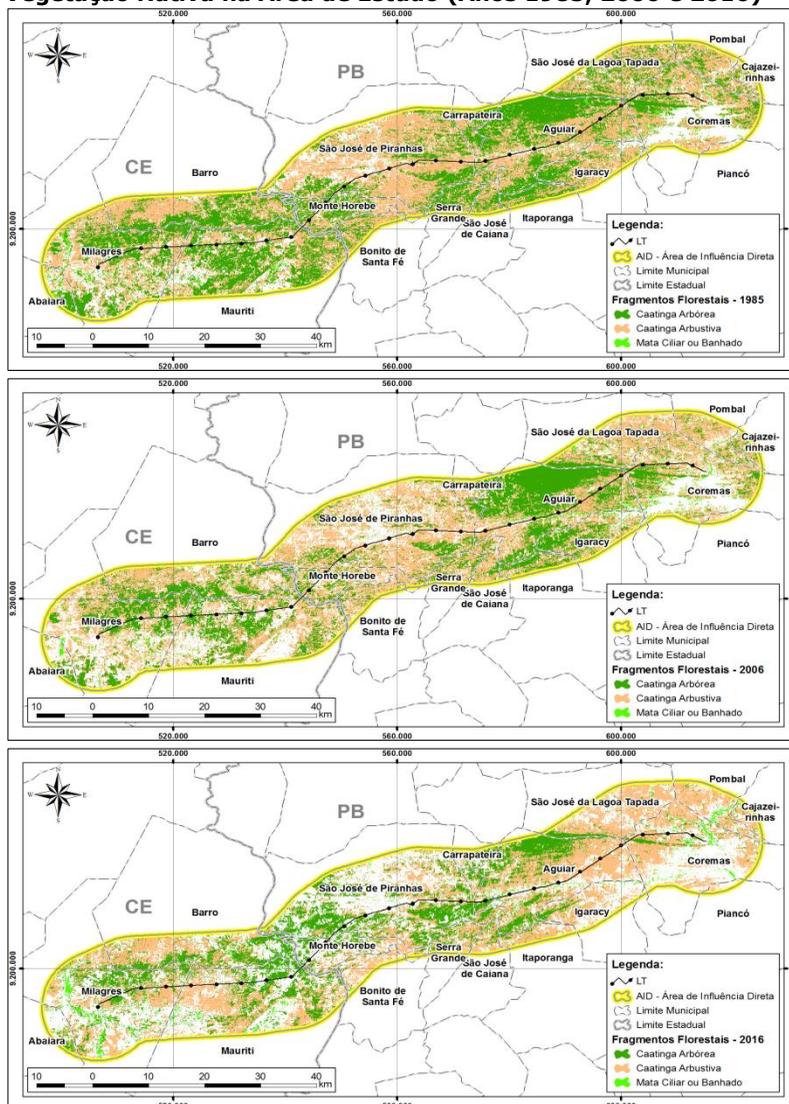
classe. Com efeito, paisagens que apresentam menores valores para tamanho médio de fragmento devem ser consideradas como mais fragmentadas, conforme asseveram McGarigal *et al.* (2008).

A análise das figuras indica que as condições de fragmentação apresentaram variações para a paisagem e para as classes de vegetação ao longo dos anos, corroborando a informação previamente apresentada para a métrica de área. Observa-se, por exemplo, que o número de fragmentos (NP) presentes na região de estudo aumentou ao longo dos anos, consolidando a informação anteriormente apresentada de que a paisagem local observou intensificação do processo de fragmentação. Esta condição é sustentada pela redução do tamanho médio dos fragmentos (MN). Isto é particularmente observado para as áreas de Caatingas Arbórea e Arbustiva comparando-se os anos de 1985 e 2016. No ano de 2006, os gráficos sugerem uma redução da fragmentação em relação a 1985 para a Caatinga Arbórea, porém seguida de nova ampliação. Os dados climáticos dos períodos das imagens podem explicar parte das variações.

A ocorrência de grande quantidade de pequenos fragmentos florestais é comum em paisagens de Floresta Atlântica. De acordo com o estudo de Ranta *et al.* (1998) em uma área de Mata Atlântica, foi observado que cerca da metade (48%) dos fragmentos apresentaram área menor que 10 ha, e somente 7% destes apresentaram área maior que 100 ha. Do total de fragmentos florestais observados por Almeida (2008) no Parque Nacional dos Campos Gerais, localizado no Estado do Paraná, cerca de 90% apresentavam áreas inferiores a 5 ha. No estudo de Albanez (2000), referindo-se ao Município de Ponte Nova/MG, foi observado que os fragmentos isolados na paisagem, em sua maioria, eram constituídos por florestas, predominando nas classes de tamanho de 0 a 20 ha, os quais foram considerados pequenos pelo autor.

A Figura 31 apresenta a distribuição dos fragmentos segundo as tipologias avaliadas.

Figura 31 - Mapa da Métrica de Fragmentos das Classes de Vegetação Nativa na Área de Estudo (Anos 1985, 2006 e 2016)



Convém destacar que, nos pequenos fragmentos florestais, as populações de plantas, principalmente árvores, são constituídas por poucos indivíduos da mesma espécie, gerando percentual considerável de cruzamento entre parentes (endogamia) e alta probabilidade de extinção das espécies no local (Costa, 2003). Por outro lado, esses pequenos remanescentes podem funcionar como stepping stones (pontos de ligação ou trampolins ecológicos), que são pequenas áreas de hábitat dispersas pela matriz que podem, para algumas espécies, facilitar os fluxos entre fragmentos. Ao mesmo tempo, promovem aumento no nível de heterogeneidade da matriz e atuam como refúgio para espécies que requerem ambientes particulares que só ocorrem nessas áreas (Almeida, 2008). Portanto, fragmentos pequenos, principalmente quando próximos dos grandes núcleos de biodiversidade, cumprem funções relevantes ao longo da paisagem. Em longo prazo, podem expandir-se, tornando-se ainda mais importantes, até mesmo, conectar-se aos fragmentos do entorno.

Métricas de Bordas

Para esta métrica, os elementos descritores da fragmentação ao longo do tempo, tanto para a paisagem como um todo quanto para cada uma das classes avaliadas, consistiram na soma de todas as bordas (TE) e sua densidade, *i.e.*, o total de bordas dividido pela área total dos fragmentos em geral ou por classes (em hectares) (ED). Os índices obtidos para cada um desses parâmetros são apresentados na Tabela 11 e na Figura 32.

A análise da tabela e dos gráficos em questão indica que, assim como o observado para a métrica dos fragmentos, houve um aumento da densidade das bordas entre os anos de 1985 e 2016 para a paisagem como um todo. Esta condição foi evidenciada em 2006 e em 2016, indicando um gradual processo de fragmentação. Em relação às classes, observa-se que, para a Caatinga Arbórea, houve uma correlação entre a densidade das bordas e o número de fragmentos ao longo do tempo. Em 2006, houve uma redução da fragmentação desta tipologia, retornando posteriormente a uma condição próxima à de 1985 em 2016.

Já para a Caatinga Arbustiva, observa-se uma redução da totalidade e da densidade de bordas em 2016, sugerindo minimização da fragmentação. Entretanto, esta condição difere

do verificado para as métricas de fragmentos. A possível explicação para essa divergência pode residir no fato de que as bordas de fragmentos de Caatinga Arbustiva sejam de difícil definição na escala da paisagem adotada. Quanto às matas ciliares, observou-se tendência à amplificação das bordas no ano de 2006, com posterior redução das mesmas em 2016. Os motivos para tal condição podem ser devidos a condições derivadas da redução do nível dos rios e reservatórios locais em períodos secos, os quais podem gerar imagens de áreas com vegetação herbácea que simulam bordas de matas ciliares.

Tabela 11 - Dimensão Total e Densidade das Bordas de Fragmentos de Diferentes Tipologias e da Paisagem

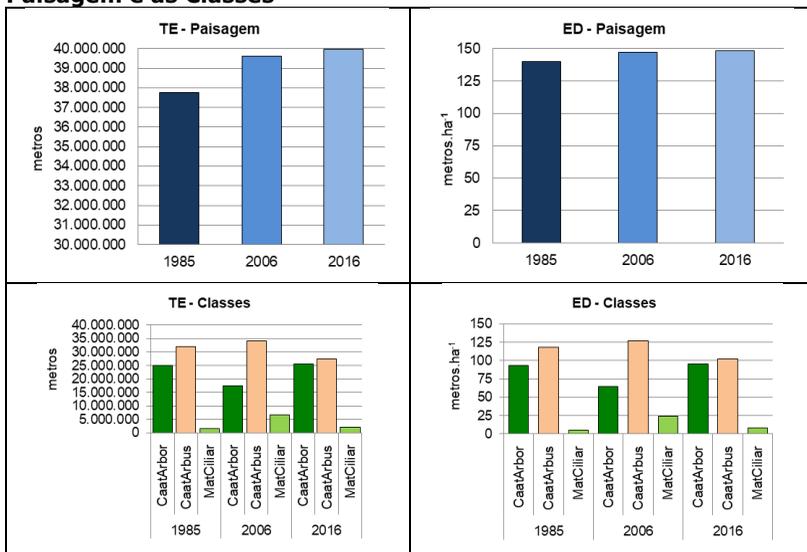
Ano da Imagem	Código das Classes	Descrição	Métricas			
			Classes		Paisagem	
			TE	ED	TE	ED
1985	CaatArbor	Caatinga Arbórea	25.081.112	93,20	37.744.868	140,265
	CaatArbus	Caatinga Arbustiva	31.904.957	118,56		
	MatCiliar	Mata Ciliar	1.578.430	5,87		
2006	CaatArbor	Caatinga Arbórea	17.372.173	64,56	39.608.590	147,191
	CaatArbus	Caatinga Arbustiva	34.183.653	127,03		
	MatCiliar	Mata Ciliar	6.598.305	24,52		
2016	CaatArbor	Caatinga Arbórea	25.603.018	95,14	39.964.764	148,514
	CaatArbus	Caatinga Arbustiva	27.480.068	102,12		
	MatCiliar	Mata Ciliar	2.167.690	8,06		

Legenda: (TE) Borda total da classe ou da paisagem; (ED) Soma dos comprimentos (m) de todos os segmentos de borda que abrangem o tipo de fragmento correspondente, dividida pela área total da paisagem (m) e multiplicado por 10.000 (para converter a hectares).

O aumento da densidade de borda (ED), que passou de 140 para 148 metros.ha⁻¹, também comprova o incremento da fragmentação florestal no intervalo de tempo avaliado (Figura 3.09 ED - Paisagem). Quanto maior o número de fragmento de determinada classe, maior a densidade de borda (comprimento total de borda por hectare). Assim sendo, é natural entender que, quanto maior esse valor, maior a fragmentação da paisagem. Aumento da densidade de borda também foi

observado no estudo de Tonial (2003), o qual citou valores de 55,7; 50,0; 56,0; e 57,2 metros.ha⁻¹ nos anos de 1984, 1989, 1994 e 1999, respectivamente.

Figura 32 - Análise das Métricas de Bordas em Relação à Paisagem e às Classes



Legenda: (TE) Soma de todas as bordas dos fragmentos da paisagem ou de cada classe; (ED) Densidade de bordas (TE dividido pela área total em hectares).

Na região Centro-Leste do Pará, Pereira *et al.* (2001) observaram um crescimento significativo da densidade de borda no ano de 1973 para 1997, passando de 3 para 25 metros.ha⁻¹ para a paisagem (classes floresta, pasto e capoeira), o que atribuíram ao aumento do número de fragmentos. Segundo esses autores, o aumento da densidade de bordas da classe floresta implicou maior degradação desse ambiente, associada aos resultados deletérios do efeito de borda.

Métricas de Forma

Conforme descrito nos métodos, para estas métricas foram avaliados o índice de forma (LSI), que mede a relação de área de perímetro para a paisagem como um todo, e o Índice de

Forma Médio (SHAPE-MN), que analisa as condições do perímetro dos fragmentos.

A Tabela 12 e a Figura 33 apresentam os resultados para a Métrica de Forma dos fragmentos por classe e para a paisagem da área de estudo. Considerando-se a paisagem como um todo, verifica-se, a partir dos valores de LSI, uma tendência à ampliação da fragmentação ao longo do tempo de análise considerado, explicada essencialmente pela maior complexidade da distribuição dos fragmentos na região (decorrente possivelmente de um processo de ocupação desordenada do território).

Tabela 12 - Análise de Dimensão Total e Densidade das Bordas de Fragmentos de Diferentes Tipologias e da Paisagem Segundo os Três Anos de Avaliação

Ano da Imagem	Código das Classes	Descrição	Métricas			
			Classes		Paisagem	
			LSI	SHAPE_MN	LSI	SHAPE_MN
1985	CaatArbor	Caatinga Arbórea	201,93	1,41		
	CaatArbus	Caatinga Arbustiva	231,04	1,65	183,674	1,434
	MatCiliar	Mata Ciliar	72,12	1,42		
2006	CaatArbor	Caatinga Arbórea	163,07	1,52		
	CaatArbus	Caatinga Arbustiva	250,77	1,65	192,655	1,413
	MatCiliar	Mata Ciliar	203,19	1,28		
2016	CaatArbor	Caatinga Arbórea	268,24	1,29		
	CaatArbus	Caatinga Arbustiva	216,77	1,34	194,372	1,310
	MatCiliar	Mata Ciliar	82,68	1,41		

Legenda: (LSI) Índice de Forma da Paisagem; (SHAPE_MN) Índice de Forma Média.

Já em relação a cada uma das classes avaliadas, observa-se tendência a um aumento da complexidade para a Caatinga Arbórea entre os anos de 1985 e 2016, porém com uma redução na mesma no ano de 2006. Já a Caatinga Arbustiva e a Mata Ciliar demonstram uma condição bastante próxima entre os anos de 1985 e 2016. Quanto ao SHAPE_MN, observa-se uma maior tendência à circularidade nas áreas de Caatingas ao longo dos anos. Possivelmente esta condição se deva inclusive à

redução das dimensões das áreas. Já as Matas Ciliares apresentaram pequena variação, condição esperada inclusive em função de sua condição de inserção às margens de cursos d'água.

Os valores de índice de forma médio (SHAPE_MN) mostram que a paisagem deste estudo apresenta fragmentos florestais de formas próximas às simples, o que é evidenciado pela diminuição dos valores dessa métrica durante o período avaliado: variação de 0,124 nos 31 anos (Figura 33 - SHAPE_MN). De acordo com Viana & Pinheiro (1998), essa métrica é útil para a análise da vulnerabilidade dos fragmentos a perturbações, sobretudo por meio do efeito de borda.

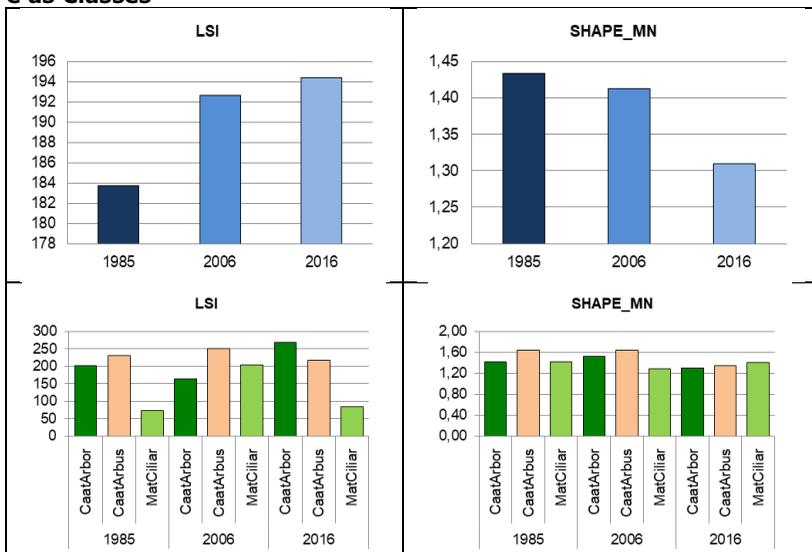
No trabalho de Tonial (2003) foi observada uma tendência de aumento da forma de fragmentos florestais com a progressão dos anos, com os fragmentos apresentando formas mais complexas (irregulares) que o observado neste trabalho, sendo os valores de índice de forma médio citados para os anos de 1984, 1989, 1994 e 1999 de 2,12; 2,12; 2,24; e 2,40, respectivamente, com aumento do índice de 0,28 em 15 anos. Variação essa, portanto, superior à verificada neste estudo. Outro estudo que examinou fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Alegre, no Estado do Espírito Santo, indicou que a maioria deles possuía forma irregular, o que proporcionava elevado nível de perturbação, uma vez que se tem aumento da área sujeita ao efeito de borda (Nascimento *et al.*, 2006).

Segundo Forman (1997), a análise da forma dos fragmentos florestais, em relação à sua diversidade e sustentabilidade é tão importante quanto seu tamanho, uma vez que quanto mais irregulares e complexos são os fragmentos, mais suscetíveis ao efeito de borda eles serão, principalmente àqueles de menor área (Cemin *et al.*, 2009), em função da sua maior interação com a matriz. Com o aumento do efeito de borda tem-se, proporcionalmente, a diminuição da área nuclear desses fragmentos, o que poderá influenciar a qualidade estrutural desses ecossistemas para manutenção das populações naturais da fauna e flora (Valente, 2001).

Assim, em relação à forma, há uma tendência geral de aumento da heterogeneidade espacial no território, decorrente da distribuição dos fragmentos segundo diferentes classes (com concentração de fragmentos em determinadas porções do território, tais como nas áreas serranas, ao passo em que áreas

mais baixas e planas teriam maior tendência à ocupação antrópica), ao mesmo tempo em que se observa uma maior tendência à homogeneização das formas dos fragmentos em si (exceção feita às matas ciliares), possivelmente em função da redução de suas dimensões.

Figura 33 - Análise das Métricas de Forma em Relação à Paisagem e às Classes



Legenda: (LSI) Índice de Forma da Paisagem; (SHAPE_MN) Índice de Forma Média.

As Figuras 34 a 36 apresentam a distribuição dos fragmentos das diferentes tipologias conforme o índice de forma médio (SHAPE). Observa-se, conforme esperado, uma correspondência da distribuição dos fragmentos com índices mais elevados com as áreas com maior concentração dos mesmos, conforme apresentado na Métrica de Área. Por sua vez, e também conforme esperado, os índices para as Matas Ciliares tendem a ser menores, haja vista sua condição predominantemente linear em relação aos cursos d'água.

Figura 34 - Mapa de Distribuição dos Fragmentos de Caatinga Arbórea Segundo Diferentes Índices de Forma Médios ao Longo dos Anos Avaliados

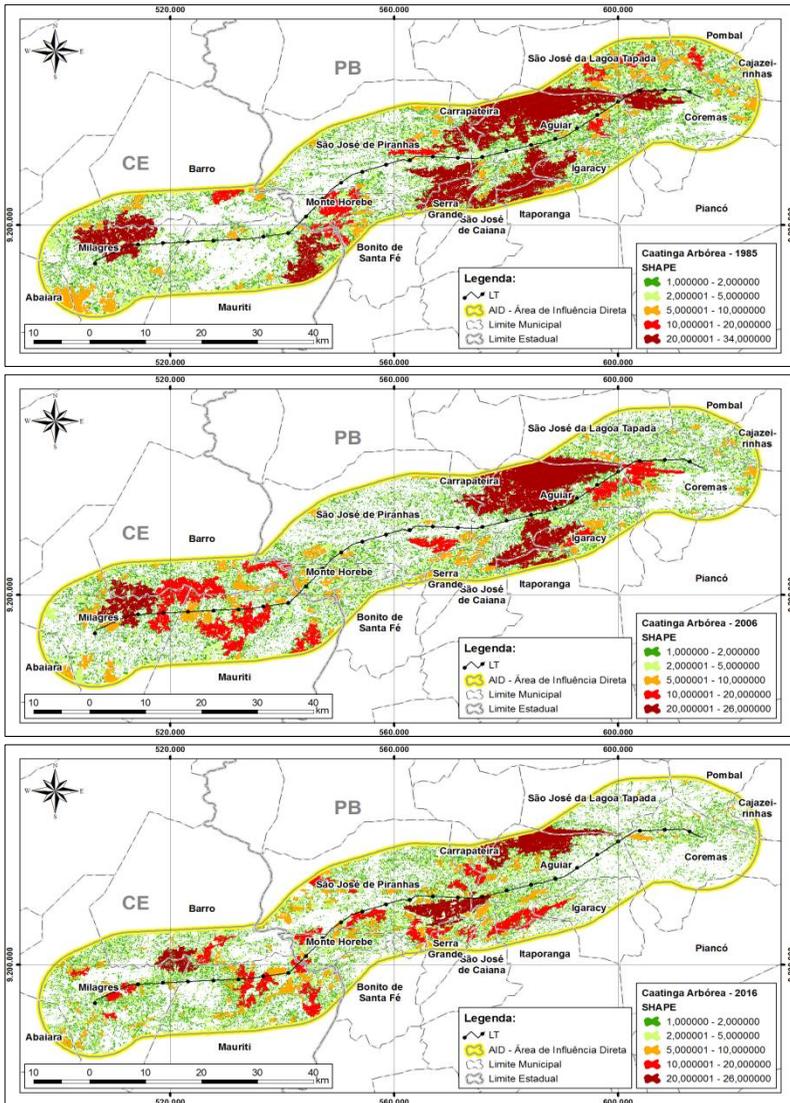


Figura 35 - Mapa de Distribuição dos Fragmentos de Caatinga Arbustiva Segundo Diferentes Índices de Forma Médios ao Longo dos Anos Avaliados

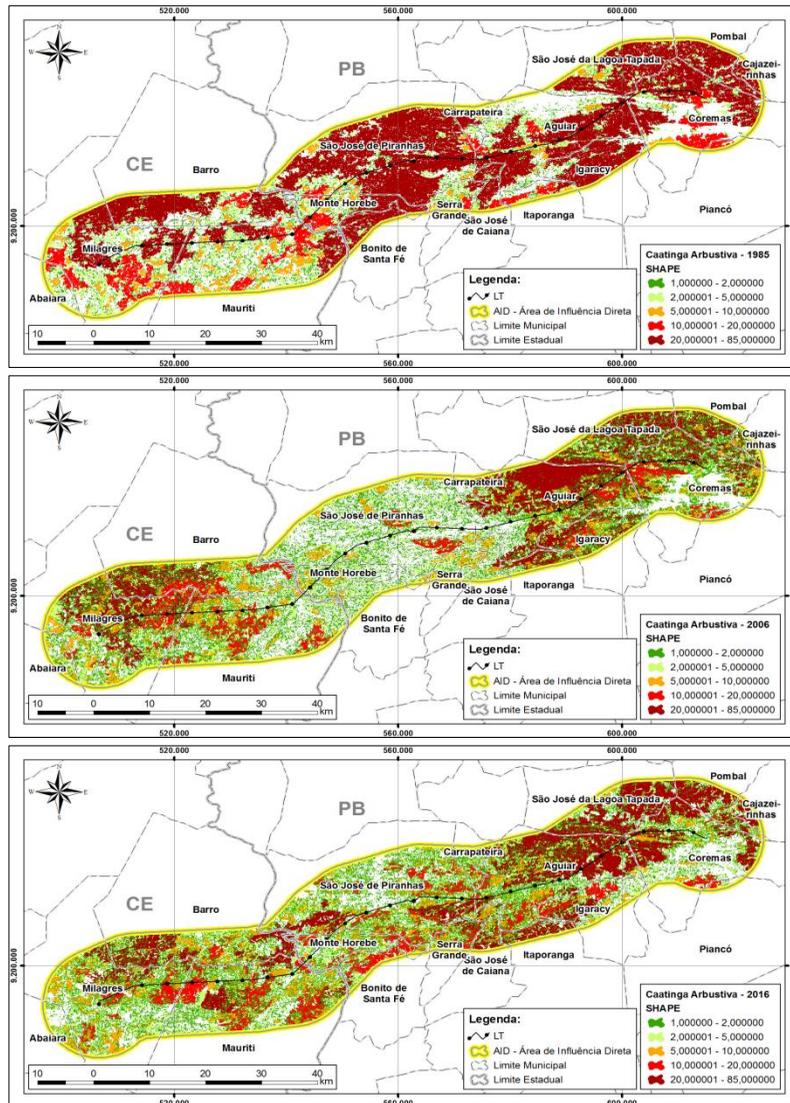
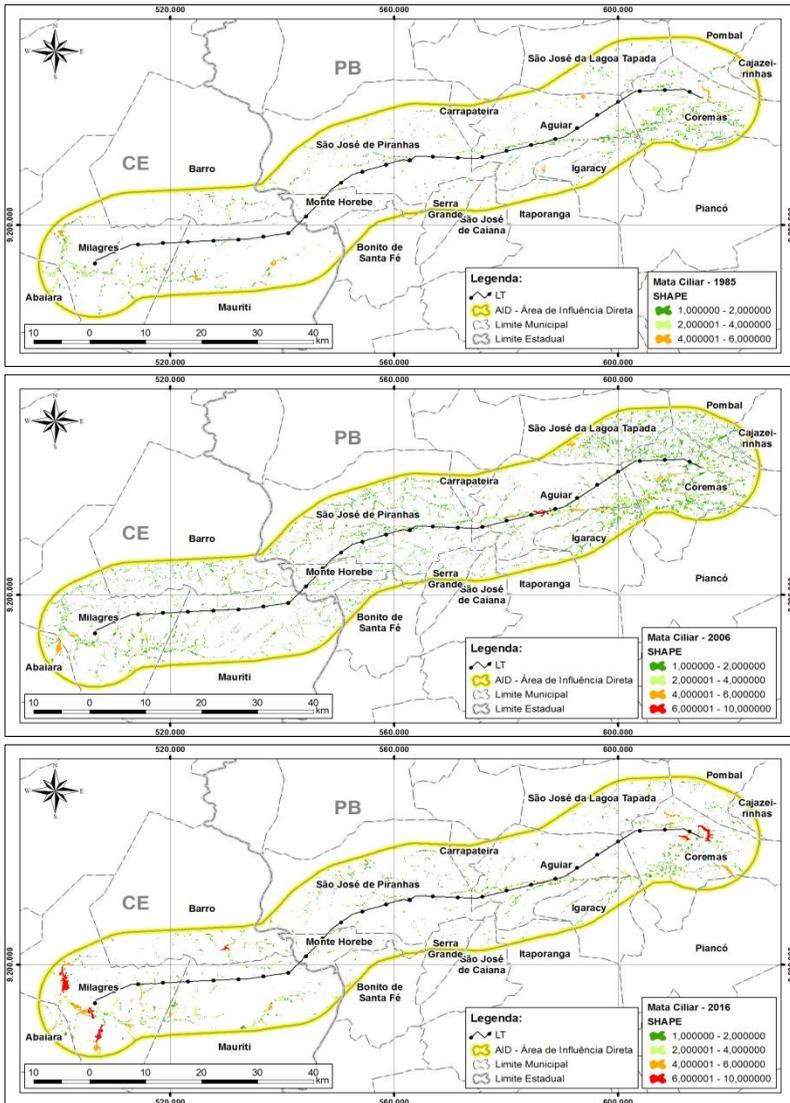


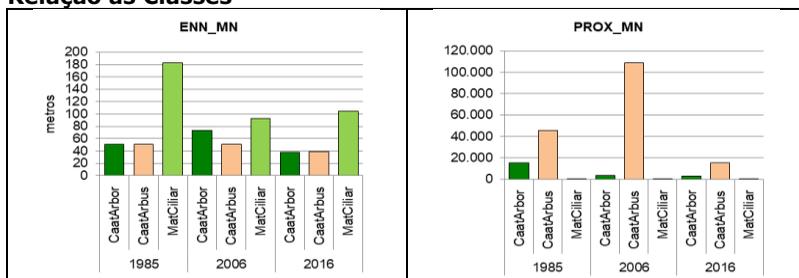
Figura 36 - Mapa de Distribuição dos Fragmentos de Mata Ciliar Segundo Diferentes Índices de Forma Médios ao Longo dos Anos Avaliados



Métricas do Vizinho Mais Próximo

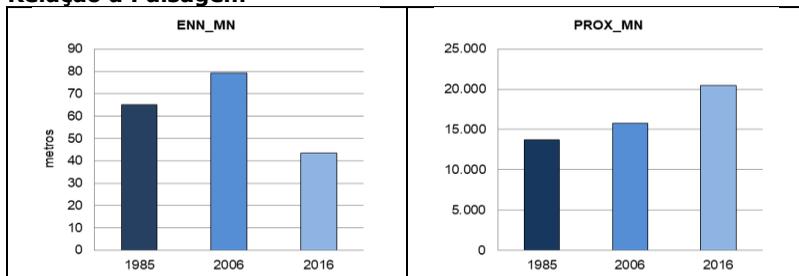
Para as Métricas do Vizinho Mais Próximo foram avaliados, para fragmentos, a Distância do Vizinho mais Próximo (ENN) (a distância euclidiana borda-a-borda entre o fragmento e o mais próximo de mesma classe ou em geral) e o Índice de Proximidade (PROX) (*i.e.*, a soma de cada área dos fragmentos divididos pela distância euclidiana borda-a-borda respectiva, considerando somente os fragmentos dentro do raio de busca). Já para Classes e Paisagem como um todo, os parâmetros foram avaliados em condição média (ENN_MN e PROX_MN), conforme ilustram as Figuras 37 e 38.

Figura 37 - Análise das Métricas do Vizinho Mais Próximo em Relação às Classes



Legenda: (ENN_MN) Distância média do vizinho mais próximo; (PROX_MN) Índice médio de proximidade.

Figura 38 - Análise das Métricas do Vizinho Mais Próximo em Relação à Paisagem



Legenda: (ENN_MN) Distância média do vizinho mais próximo; (PROX_MN) Índice médio de proximidade.

A análise dos gráficos apresentados sugere que, em relação aos fragmentos como um todo, independentemente das classes, houve uma tendência à redução das distâncias entre os mesmos (ENN), corroborando a informação de que a região experimentou um aumento da fragmentação ao longo dos anos. Já o índice PROX indica que, em relação ao tamanho dos fragmentos, no ano de 2016 teria ocorrido uma condição inversa, possivelmente decorrente de uma ampliação da área média dos fragmentos considerados. Entretanto, esta condição pode ser decorrente da heterogeneidade espacial na distribuição dos fragmentos (conforme explanado nas métricas de forma), e não em função de uma redução da fragmentação propriamente dita.

A distância média do vizinho mais próximo (ENN_MN) apresentou tendência de redução durante o período estudado, que passou de 65 para 43 metros (Figura 38 - ENN_MN), consequência do aumento do número de fragmentos (NP), o que faz com que os fragmentos se tornem mais agregados. Conforme estudo de Tonial (2003), cujos valores de ENN_MN foram 121, 128, 120 e 119 m para os anos de 1984, 1989, 1994 e 1999, respectivamente, houve uma tendência de redução do vizinho mais próximo, da mesma maneira que o observado neste trabalho.

Em relação às classes, verifica-se que, diferentemente do padrão geral, todas apresentaram redução da distância (ENN_MN) entre seus respectivos fragmentos entre os anos de 1985 e 2016, embora em 2006 as condições tenham sido diversas para cada classe. Em parte, essa condição pode se dever a diferenças nas condições climáticas nos períodos de tomada das imagens (conforme já anteriormente explanado), gerando pequenas distorções na avaliação. Por sua vez, em se tratando de uma análise relativa à densidade de cada tipologia vegetacional, as diferenças podem ser devidas à relação entre as distâncias dos fragmentos remanescentes em cada período. Já em relação ao índice PROX_MN, verifica-se que a Caatinga Arbustiva foi a classe determinante do padrão geral para a região.

Segundo Almeida (2008), distâncias médias entre fragmentos menores que 60 metros são classificadas como de baixo isolamento, portanto, a área estudada possui um baixo grau de isolamento, o que pode ser favorável para o deslocamento de algumas espécies (Ribeiro *et al.*, 2009). Resultados semelhantes foram encontrados por Cemin *et al.*

(2009), para uma região no Estado do Rio Grande do Sul, em que a distância entre os fragmentos foi de 59,62 m.

Para Almeida (2008), fragmentos que apresentam distâncias menores que 100 m entre si podem ser considerados como de isolamento moderado, porém, limitante para algumas espécies. No estudo de Awade & Metzger (2008), em um trabalho realizado na Mata Atlântica paulista, evidenciou-se que algumas espécies de aves de sub-bosque evitam cruzar áreas abertas com distâncias superiores a 40 metros. Resultados divergentes foram encontrados em outros trabalhos realizados por autores como Calegari *et al.* (2010) e Rempel *et al.* (2009), em regiões do RS, foram encontradas distâncias médias entre fragmentos de 244,50 metros e 82,22 metros, respectivamente, o que demonstra serem áreas com o grau de isolamento variando de muito alto a médio.

Por fim, em relação à paisagem como um todo, verifica-se, de maneira oposta aos fragmentos, há também uma redução da distância dos elementos naturais entre os anos de 1985 e 2016, porém com uma ampliação no ano de 2006. Essas condições sugerem, diferentemente do descrito em métricas anteriores, que houve uma redução da fragmentação ao longo do tempo. Entretanto, deve-se considerar que a métrica do vizinho mais próximo leva em consideração apenas os fragmentos presentes em cada ano.

Desta forma, o que se pode concluir é que houve uma tendência à aglomeração dos remanescentes naturais da paisagem em determinadas áreas, e que nestas, houve uma redução das distâncias entre tais remanescentes (possivelmente nas áreas serranas). Esta condição é predita, por exemplo, pela análise das Métricas de Área e de Forma.

As Figuras 39 a 41 apresentam a distribuição dos fragmentos das diferentes tipologias em relação aos valores de distâncias médias de seus Vizinhos mais Próximos (ENN), enquanto as Figuras 42 a 44 apresentam a distribuição em relação ao índice de Proximidade (PROX).

Figura 39 - Mapa de Distribuição dos Fragmentos de Caatinga Arbórea Segundo as Distâncias de Seus Vizinhos Mais Próximos nos Anos Avaliados

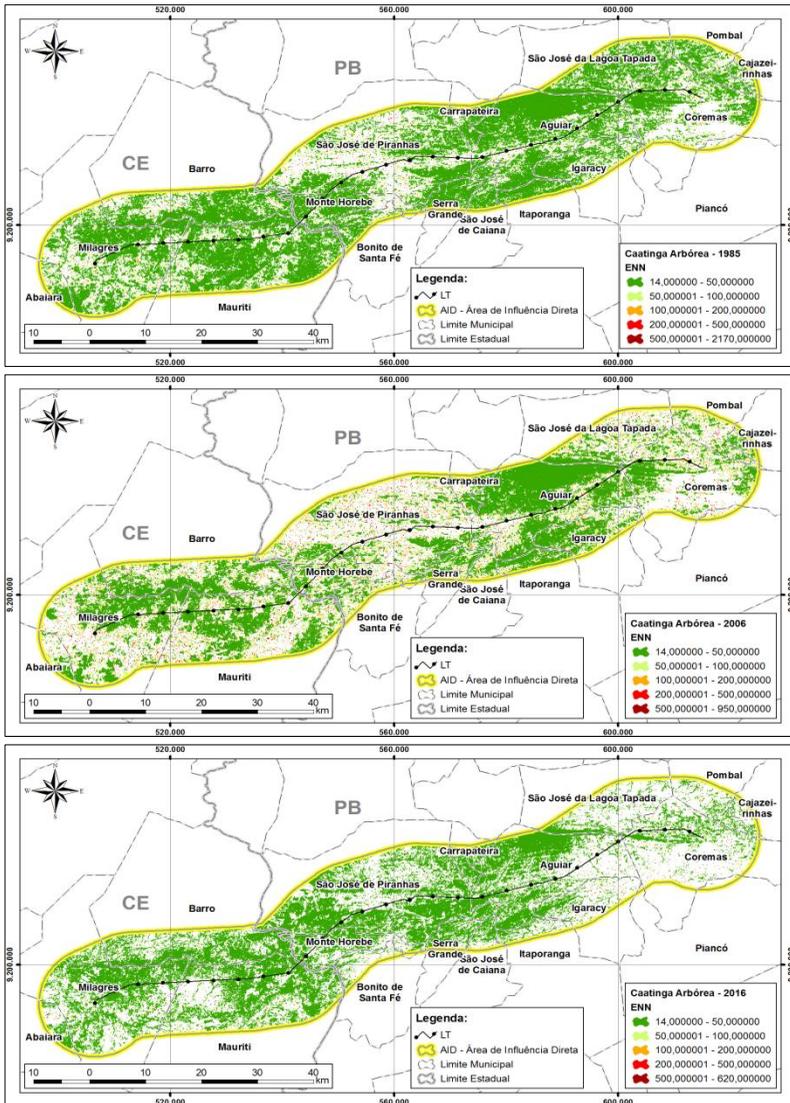


Figura 40 - Mapa de Distribuição dos Fragmentos de Caatinga Arbustiva Segundo as Distâncias de Seus Vizinhos Mais Próximos nos Anos Avaliados

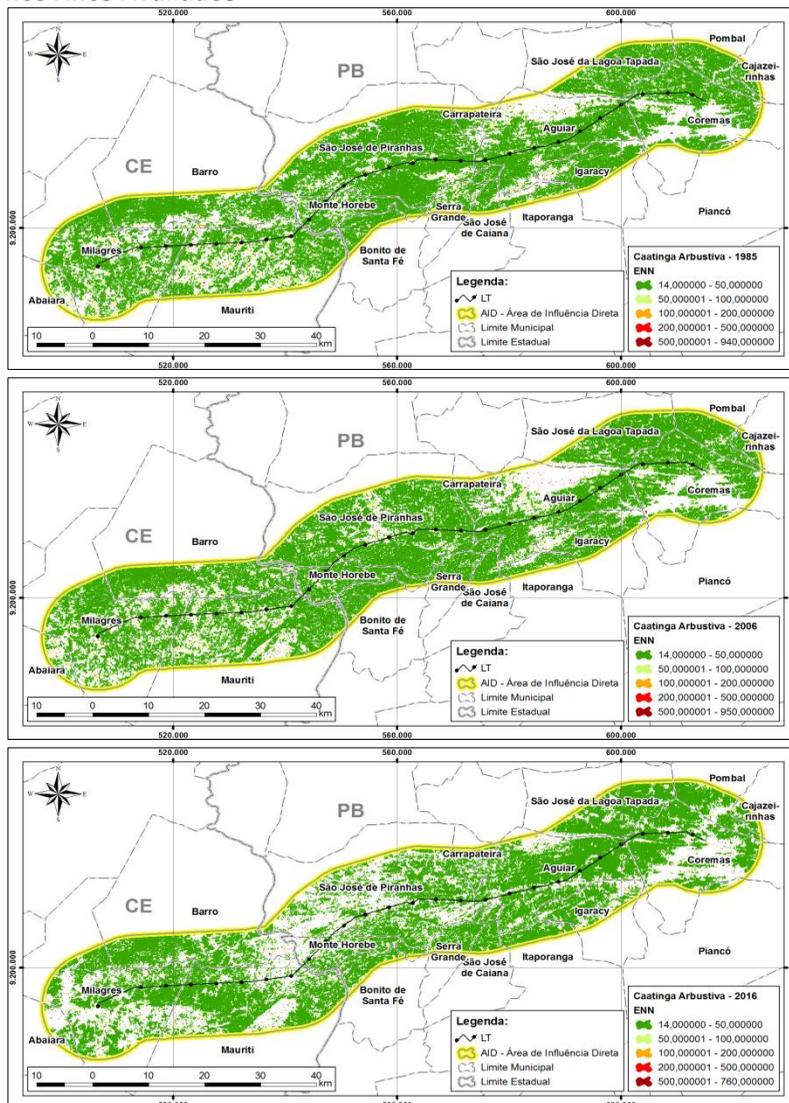


Figura 41 - Mapa de Distribuição dos Fragmentos de Matas Ciliares Segundo as Distâncias de Seus Vizinhos Mais Próximos nos Anos Avaliados

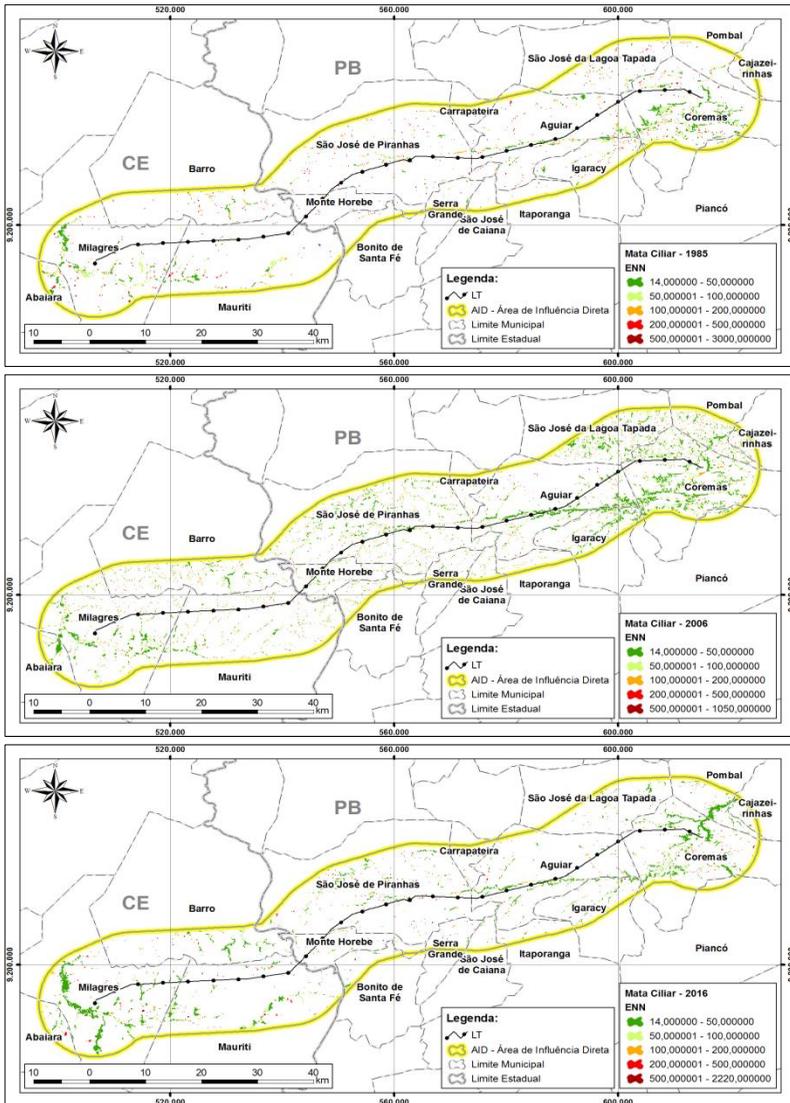


Figura 42 - Mapa de Distribuição dos Fragmentos de Caatinga Arbórea Segundo o Índice de Proximidade nos Anos Avaliados

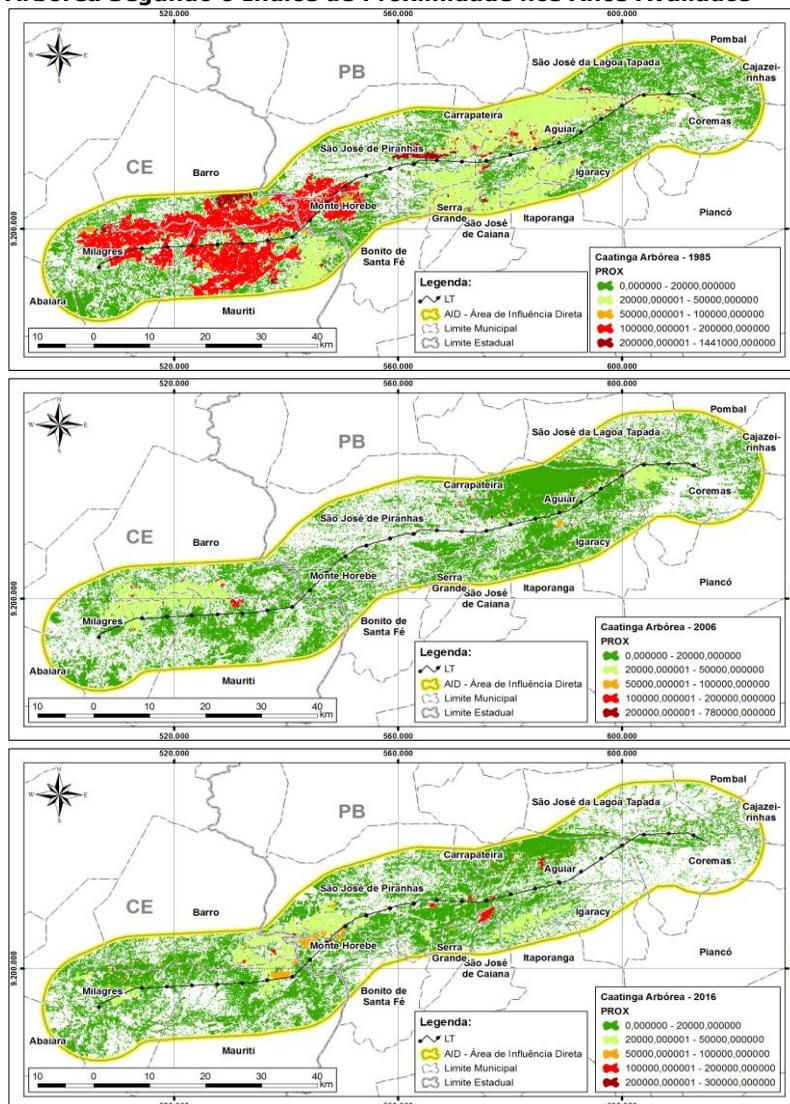


Figura 43 - Mapa de Distribuição dos Fragmentos de Caatinga Arbustiva Segundo o Índice de Proximidade nos Anos Avaliados

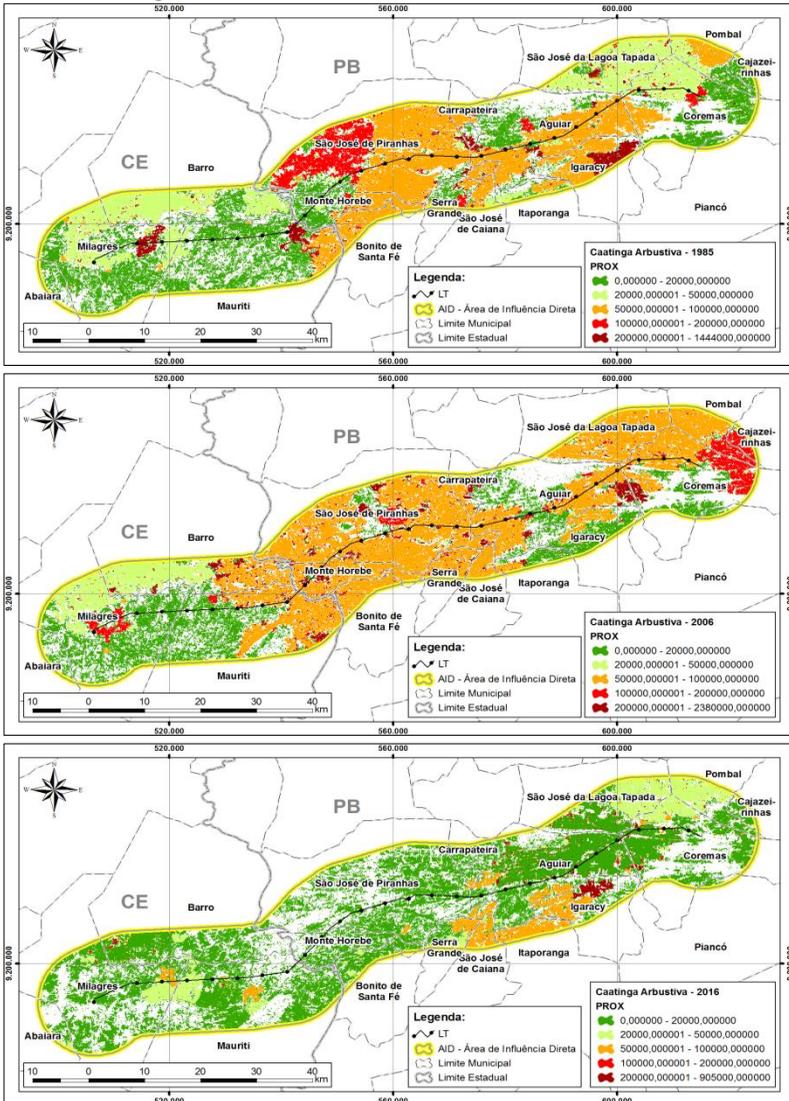
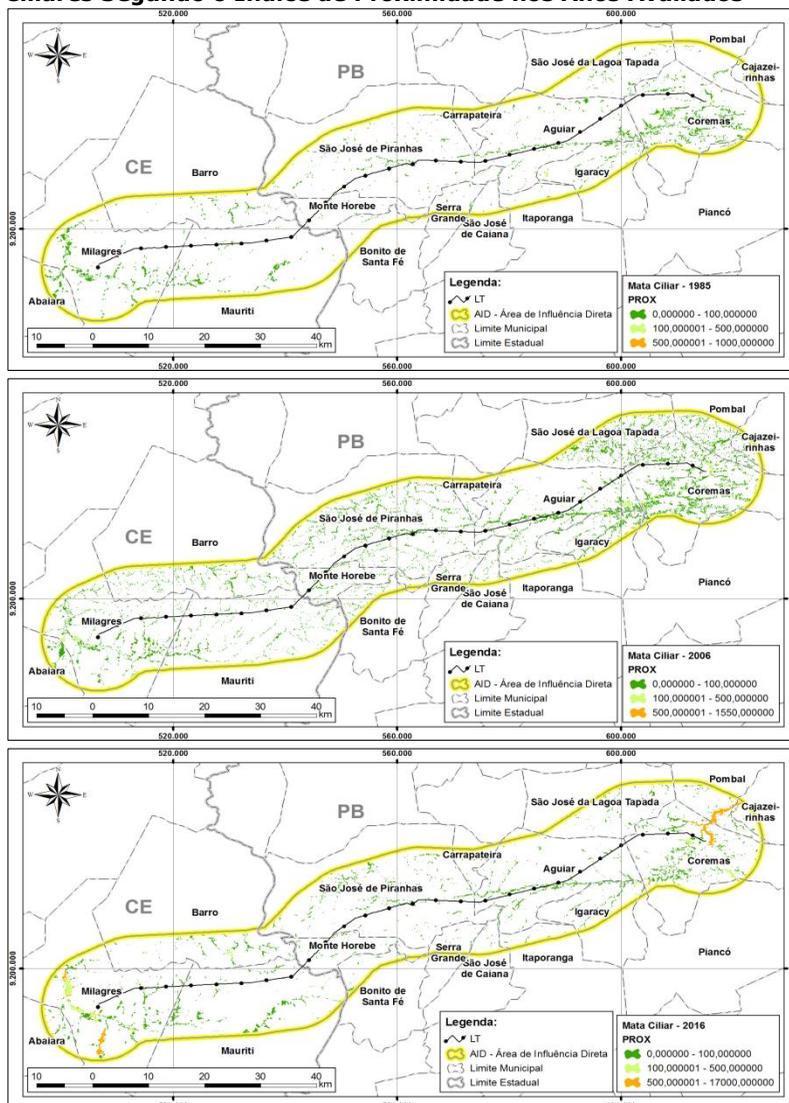


Figura 44 - Mapa de Distribuição dos Fragmentos de Matas Ciliares Segundo o Índice de Proximidade nos Anos Avaliados



Resultados Gerais das Métricas Quantitativas

A análise dos mapas obtidos consolida a informação de que os valores encontrados apresentam relação com o número de fragmentos de cada tipologia. No caso das Distâncias do Vizinho Mais Próximo (ENN), por exemplo, se verifica que, no geral, as distâncias se mantêm relativamente estáveis nos locais aonde se perpetuam adensamentos de remanescentes de vegetação nativa ao longo dos anos, porém formando lacunas na paisagem em determinados espaços territoriais, tais como nas proximidades dos centros urbanos. Esta condição é particularmente observada para as áreas de Caatinga Arbórea e Arbustiva nas proximidades de Coremas e São José das Piranhas, aonde também há maior redução da cobertura vegetal ao longo dos anos (ver Métrica de Área).

Já no caso do Índice de Proximidade (PROX), o mesmo corrobora a informação de que possa ter havido uma redução da distância entre os fragmentos ao longo do tempo, porém com tal condição sendo observada apenas em determinadas áreas. Esta condição é observada especialmente no caso da Caatinga Arbórea nas proximidades de Milagres e de Carrapateira e para a Caatinga Arbustiva na região de São José da Lagoa Tapada/PB (com notável exceção ao ano de 2006), aonde se observam reduções da distância entre os fragmentos. Porém, deve-se novamente levar em consideração que os valores ora apresentados podem deter relação com a sazonalidade climática e/ou com os percentuais em relação à área ocupada por cada tipologia em cada período avaliado. No primeiro caso, uma vez que a Caatinga apresenta elevado dinamismo em relação ao regime de chuvas, não se descarta a possibilidade de que muitas das áreas secas possam ter revelado condições de alteração durante períodos de estiagem, quando na verdade não estavam necessariamente alteradas.

Essa condição é particularmente relevante para a Caatinga Arbustiva, a qual perde completamente suas folhas durante épocas de seca prolongada. Já a Caatinga Arbórea, ao apresentar algumas espécies com características perenes, consiste em um ecossistema para o qual as predições podem ser menos sujeitas a desvios interpretativos. Quanto às Matas Ciliares, por fim, este parâmetro parece ser pouco informativo, haja vista a distribuição natural desse ambiente pela região, bem como pela área ocupada pelo mesmo.

Análise Integrada dos Resultados

Os resultados obtidos pelas análises qualitativas e quantitativas da paisagem da área de influência da LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2 sugerem um aumento generalizado da fragmentação para toda a área de estudo ao longo do tempo, embora muitos espaços territoriais tenham observado alguns incrementos de áreas naturais. Tais variações podem ser derivadas de diversos fatores, tais como alternâncias de usos antrópicos do solo, sazonalidade climática ou inclusive ampliação dos esforços de conservação em determinados locais, tais como nas proximidades de cursos d'água. Mais especificamente no caso das análises quantitativas, os valores obtidos para a totalidade das métricas indicam também uma elevada heterogeneidade e dinamismo do território da área de estudo (segundo Calegari *et al.*, 2010 e Fernandes *et al.*, 2017).

Embora algumas métricas pareçam indicar condições opostas à tendência geral inferida (tais como as métricas de forma ou de proximidade), deve-se salientar que as mesmas são, em geral, uma função de outras métricas (tais como dimensões de borda e de área) (Volotão, 1998; Lucas, 2011). Assim sendo, embora pareçam sugerir uma redução da fragmentação em geral, tais métricas indicam na verdade que apenas alguns remanescentes atuais da paisagem podem ter experimentado tal redução, embora esta tenha ocorrido no território como um todo (Herrmann *et al.*, 2005; Calegari *et al.*, 2010). Em termos temporais, a análise da paisagem da região em três momentos distintos (anos de 1985, 2006 e 2016) corroborou a informação de que, embora a fragmentação tenha em geral aumentado, em diversos locais houve uma tendência à regeneração de alguns remanescentes de vegetação nativa. Os destaques, nesse sentido, parecem ser mais relacionados a áreas mais íngremes e/ou distantes dos centros urbanos, condição possivelmente motivada pela maior dificuldade em trabalhar com a terra nessas áreas e de acesso a recursos disponíveis nas cidades.

No geral, a análise temporal da paisagem indica também que houve uma maior tendência à formação de agrupamentos humanos em detrimento da ocupação esparsa e desordenada do território ao longo do tempo. As análises de métricas de área para as caatingas arbórea e arbustiva no ano de 2016, por exemplo, consolidam essa informação. A implantação de obras de infraestrutura na região, em especial rodovias e açudes ou reservatórios, possivelmente tenha imposto algumas facilidades à

ocupação mais ordenada do território ao longo do tempo. Deve-se, ainda, considerar que outras variáveis não avaliadas quantitativamente, mas informadas ao longo desse estudo, tais como melhorias no atendimento à população nos centros urbanos no que tange à educação, saúde e oferta de postos de serviços, possivelmente tenham sido fatores indutores da ampliação dos agrupamentos humanos nas proximidades das cidades. Deve-se ainda salientar que, conforme constatado em campo, as populações remanescentes em condições isoladas tendem a ser formadas por pessoas mais idosas e com maior vínculo com a terra, ao passo em que as faixas etárias mais jovens tendem a buscar se estabelecer nos núcleos urbanos.

As métricas de análise da paisagem indicam que, de maneira geral, a ocupação da região de estudo tendeu a intensificar-se ao longo do tempo em todo o contexto do território avaliado. Esta condição reflete a tendência mundial e nacional do aumento populacional humano, tendo como fator determinante, portanto, o estabelecimento de obras de infraestrutura regionais, em especial as rodovias e os reservatórios. Como citado, observa-se que o processo de fragmentação da vegetação nativa tem nas áreas urbanas e nas rodovias seus eixos principais, embora em determinados locais possa ter ocorrido uma redução do processo de perda de ecossistemas naturais. As métricas de área, de forma e de distância do vizinho mais próximo, por exemplo, sugeriram que a fragmentação tem sido mais intensa nas proximidades desses locais, sendo menos evidentes nas áreas mais elevadas ou nas proximidades da LT. Por sua vez, as áreas de Caatinga Arbustiva parecem ser mais sujeitas à ocupação, seja pela maior facilidade de supressão dessa tipologia pelo uso do fogo, seja pelo fato de mesma se encontrar predominantemente estabelecida em áreas mais planas. Entretanto, a análise temporal indicou que o processo de fragmentação também sujeitou áreas de Caatinga Arbórea a tais impactos.

Portanto, a ampliação da fragmentação da paisagem ao longo do tempo, conforme apresentada, pode ser inferida como decorrente de quatro fenômenos: i) a ampliação da fragmentação concentra-se nas proximidades dos centros urbanos, em função do maior adensamento populacional dessas áreas; ii) as áreas rurais mantêm-se, no cenário atual, relativamente próximas ao verificado em anos anteriores em função da persistência de moradores mais antigos; iii) mesmo

em locais sem ocupação atual, há uma dificuldade inerente à recuperação da vegetação de Caatinga nas áreas sem a implantação de medidas interventivas, uma vez que a ocupação antiga pode ter comprometido a qualidade do solo, impedindo assim a regeneração natural e/ou induzindo determinados locais a um processo de desertificação (e.g., Costa *et al.*, 2009; Souza *et al.*, 2011); iv) as obras de infraestrutura presentes na região, com destaque a rodovias, ampliam o processo de fragmentação, na medida em que são fatores indutores da ocupação em suas margens (Rezende & Coelho, 2015).

Quanto às matas ciliares, as diferenças observadas entre os anos de 1985 e 2016 revelaram pequena variação em geral. Já as condições de 2006, cuja imagem foi obtida a partir do início da estação chuvosa, parecem ser explicativas para o processo de dinamismo climático regional que afeta tanto este ecossistema quanto a Caatinga Arbustiva. A Caatinga Arbórea, embora seja também sujeita a variações sazonais, pode apresentar menor intensidade no processo. Em 2006, o aumento da área e a redução das distâncias para as matas ciliares parecem deter relação com o período de estiagem e/ou o início das chuvas, no qual as áreas úmidas marginais aos corpos hídricos (em especial a açudes e reservatórios) são ocupadas por vegetação herbácea densa, gerando um padrão similar ao da vegetação arbustiva e arbórea que compõem as matas em si. Desta forma, no processo de mapeamento dos remanescentes, estas áreas úmidas podem interferir na interpretação digital das imagens de satélite, denotando uma ampliação equivocada da área ocupada pelas matas ciliares (e.g., Fernandes *et al.*, 2017). Por sua vez, nos períodos de estiagem a vegetação de Caatinga Arbustiva tende a ser mais rala ou desprovida de folhas, gerando um efeito inverso (*i.e.*, indicando se tratarem de áreas desprovidas de vegetação, quando na verdade não o são). Na imagem de 2006, ambas as situações ocorrem, indicando que, em parte, as interpretações sobre a fragmentação podem se dever a condições naturais regionais.

Por fim, deve-se considerar que, diferentemente do modelo estabelecido para sistemas florestais sempre verdes (tais como a Mata Atlântica e a Amazônia), há ainda uma gama de incertezas quanto à interpretação dos resultados para a Caatinga a partir de imagens de satélite, uma vez que variações climáticas sutis, tanto temporais quanto espaciais, podem gerar dados bastante discrepantes (Turíbio-e-Silva *et al.*, 2011; Fernandes *et*

al., 2017). Desta forma, em que pese que a avaliação geral tenha indicado uma ampliação geral da fragmentação na região, é possível que muitas áreas apresentem condições distintas daquelas aqui descritas. Estas dificuldades metodológicas somente poderão ser sanadas à medida que novos modelos sejam testados e descritos para o bioma (Fernandes *et al.*, 2017).

Fatores de Impacto sobre a Paisagem e sobre a Biodiversidade Regionais: a Influência da LT 230 kv Milagres/Coremas-C2

Embora a fragmentação seja uma condição generalizada indicada pelas análises e seja um processo normalmente sugerido para áreas naturais sujeitas à instalação de empreendimentos lineares, os resultados obtidos no presente estudo indicam que a região ainda contempla remanescentes com dimensões significativas, capazes de sustentar grande parte da diversidade biótica regional. O principal destaque, nesse sentido, consiste nos ambientes serranos regionais, cuja ocupação é limitada pela declividade do terreno e pela ausência de recursos hídricos. Tais ambientes devem ser vistos como as principais fontes de espécies capazes de recolonizar as áreas que venham a ser objeto de recuperação.

Em relação especificamente à LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2, os resultados das análises qualitativas e quantitativas não permitiram verificar impactos específicos de maior magnitude sobre a paisagem da área de estudo, decorrentes diretamente da presença física do empreendimento. Conquanto a linha seja certamente um elemento estranho à paisagem natural e algumas intervenções tenham sido necessárias para sua instalação (tais como a supressão vegetal para abertura de acessos e instalação de torres), as áreas atualmente alteradas são de dimensões pequenas. O fato de a linha sobrepor-se a remanescentes nativos sem a limpeza da faixa subjacente também denota pequena alteração sobre os ecossistemas naturais remanescentes. Grande parte da linha é estabelecida nas áreas serranas, aonde há pequena taxa de ocupação antrópica e/ou de áreas agrícolas e pastoris. De fato, nessas áreas observa-se um contínuo da vegetação sob a linha, como demonstram os pontos 16, 17 e 18 avaliados pela análise qualitativa. Já pela análise da cobertura atual do solo, verifica-se que, em grande parte do traçado, alguns dos maiores remanescentes avaliados encontram-se estabelecidos

exatamente sob a LT. Esta análise é também corroborada pela métrica de área. Deve-se considerar, inclusive, que a operação do empreendimento requer que não haja a instalação de obras ou a presença de moradores nas imediações do mesmo, haja vista a possibilidade de riscos de acidentes e eventuais danos para a saúde.

Assim, tendo-se por base esses três critérios informados, pode-se inferir que a LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2 não consiste no principal elemento modificador da área de estudo, muito embora sua presença seja marcante na paisagem regional e certamente implique em impactos e inclusive riscos inerentes ao tipo de empreendimento em questão. Entretanto, no cenário de ocupação regional, a presença da LT implica em manutenção de remanescentes vegetacionais em suas proximidades, na medida em que limita a ocupação por edificações e, também, pelo fato de estabelecer-se em grande parte em áreas serranas, de pequena utilização antrópica.

Conclusões

O estudo da Ecologia da Paisagem da área de influência da Linha de Transmissão 230 Kv Milagres/Coremas-C2, realizado à luz de avaliação qualitativa de pontos de amostragem e quantitativa da paisagem e das diferentes tipologias vegetacionais mediante as cinco métricas aqui indicadas, permite estabelecer algumas conclusões que divergem do tradicionalmente inferido em processos de avaliação de impactos ambientais de empreendimentos como o ora analisado.

No geral, estudos de impactos ambientais e instrumentos similares de licenciamento de linhas de transmissão sugerem que este tipo de empreendimento tende a gerar a fragmentação da paisagem, especialmente quando a operação de tais linhas requer a supressão completa da vegetação subjacente. Além disso, enquanto um tipo de empreendimento que objetiva ampliar a oferta energética em níveis local e/ou regional, tais estudos tendem em geral a inferir que as taxas de ocupação antrópica poderão sofrer incrementos significativos. Entretanto, no cenário ora avaliado, estas tendências gerais não foram necessariamente as observadas.

Em termos gerais, pode-se afirmar que as áreas de influência direta e indireta da LT ora avaliada apresentam-se como grandes mosaicos de elementos da paisagem, revelando algumas das tipologias mais representativas do bioma da Caatinga. Esta variabilidade ambiental condiz com o preconizado pela Biologia da Conservação como área de relevante interesse ecológico, na medida em que a heterogeneidade é tida como um fator relevante para a conservação da diversidade biótica. Por sua vez, ao contemplar diversos tipos de empreendimentos (tais como estradas, reservatórios e a própria linha de transmissão estudada) e os modos de ocupação antrópica (variáveis desde pequenos adensamentos populacionais e residências isoladas até áreas urbanas consolidadas), a região está sujeita a impactos diversos, os quais se manifestaram em diferentes tempos e porções territoriais. Por fim, em ambientes com marcada sazonalidade climática, como é o caso da Caatinga, também se espera que haja um intenso dinamismo nos padrões da vegetação e dos recursos hídricos, gerando também mudanças nos modelos de uso e ocupação do solo ao longo do tempo.

Ao se observar o mapa de uso do solo da área estudada na série histórica avaliada (1985, 2006 e 2016), verifica-se que houve uma significativa redução da cobertura vegetal nativa, sobretudo em relação à classe Caatinga Arbórea em detrimento do aumento de áreas antropizadas. Nesse caso, cerca de 26.000 hectares (9%) dessa classe de vegetação foram convertidos em outros usos entre 1985 e 2006. Analisando o período entre 2006 e 2016, a redução foi menor, com cerca de 14.500 hectares (6%), enquanto que as áreas antropizadas quase que triplicaram no período 1985-2016 (de 37.500 hectares para cerca de 101.000 hectares). Em se tratando da Caatinga Arbustiva, dos aproximadamente 120.500 hectares existentes na área em 1985, restavam em 2016 cerca de 101.500 hectares (redução de 7%). Com efeito, as análises ora realizadas demonstraram todas essas condições.

A análise qualitativa dos pontos de amostragem, em particular, corroborou a informação de que há diferentes formas e intensidades de uso do solo ao longo do gradiente ambiental. A análise permitiu avaliar que a ocupação tende a ser mais intensa nas proximidades dos centros urbanos, ao longo das rodovias e nas proximidades dos cursos d'água, arrefecendo ou inclusive sendo nula na medida em que há maior proximidade com áreas mais elevadas, com vegetação mais adensada ou, inclusive, com a linha de transmissão, a qual funciona como um fator limitante da presença de residências, sendo que, sob a mesma, observa-se alta concentração de remanescentes naturais, especialmente nas áreas serranas.

No que diz respeito à análise quantitativa da paisagem, as métricas avaliadas sugerem que a ocupação da região de estudo tendeu a intensificar-se ao longo do tempo na maior parte do território avaliado, tendo como principais fatores determinantes o crescimento de áreas urbanas e a presença de obras de infraestrutura regionais, em especial rodovias e reservatórios. Já quanto à LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2 em si, os resultados obtidos ao longo do estudo indicaram pequena interferência direta da mesma sobre o processo de fragmentação da vegetação regional. De fato, as áreas localizadas sob a LT, conforme explanado, encontram-se em geral ocupadas por remanescentes de vegetação nativa ou, em alguns casos, por pastagens ou áreas agrícolas. Os poucos pontos sujeitos a alterações provêm de acessos para manutenção de torres em locais isolados, especialmente em áreas mais elevadas, ou nas

proximidades das subestações vinculadas ao empreendimento, aonde se requer a remoção da vegetação por questões operacionais. Nesses casos, pode-se estabelecer que o processo de fragmentação seja localizado e de pequena magnitude.

Examinando as Métricas de Fragmento, cujo número e tamanho dos fragmentos de determinada classe são importantes para caracterizar os padrões da paisagem (já que constituem medida do seu grau de subdivisão ou fragmentação), observou-se que o número de fragmentos existentes na região de estudo aumentou e seus tamanhos reduziram-se ao longo dos anos, indicando que a paisagem local experimentou uma intensificação no processo de fragmentação. Esta condição é sustentada pelo aumento no número de fragmentos (de 81.500 em 1985 para quase 175.500 em 2016) e pela redução do tamanho médio dos fragmentos, sendo registrados fragmentos de 3,3; 2,9 e 1,5 hectares (média) nos anos de 1985, 2006 e 2016, respectivamente. Isto é particularmente observado para as áreas de Caatingas Arbórea e Arbustiva comparando-se os anos de 1985 e 2016. No ano de 2006, os resultados sugerem uma redução da fragmentação em relação a 1985 para a Caatinga Arbórea, porém seguida de nova ampliação em 2016. Posto isto, há de se considerar dois aspectos distintos atrelados a fragmentos de tamanho reduzido, quais sejam:

1. Em pequenos fragmentos florestais as populações de plantas, principalmente árvores, são constituídas por poucos indivíduos da mesma espécie, o que gera inevitavelmente um elevado percentual de cruzamento entre parentes (endogamia) e alta probabilidade de extinção das espécies no local.
2. Pequenos fragmentos podem funcionar como *stepping stones*¹, que são pequenas áreas de hábitat dispersas pela matriz que podem, para algumas espécies, facilitar os fluxos entre fragmentos. Ao mesmo tempo, promovem aumento no nível de heterogeneidade da matriz e atuam como refúgio para espécies que requerem ambientes particulares que só ocorrem nessas áreas.

¹ *Stepping stone* (em português, "pontos de ligação" ou "trampolins ecológicos"). Pequenas áreas de habitat dispersas pela matriz que podem, para algumas espécies, facilitar os fluxos entre manchas (ver Metzger, J.P. 2001. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica* 1(1): 1-10).

Portanto, fragmentos pequenos, principalmente quando próximos dos grandes núcleos de biodiversidade, cumprem funções relevantes ao longo da paisagem. Em longo prazo, podem expandir-se, tornando-se ainda mais importantes e, até mesmo, conectar-se aos fragmentos do entorno, aumentando o tamanho da matriz principal.

O aumento da densidade de borda (Métricas de Borda), que passou de 140 para 147 metros.ha⁻¹ (entre 1985 e 2006), e para 148 metros.ha⁻¹ em 2016, também comprova o incremento da fragmentação florestal no intervalo de tempo avaliado, principalmente no primeiro período. Quanto maior o número de fragmentos de determinada classe, maior a densidade de borda. Assim sendo, é natural entender que, quanto maior esse valor, maior a fragmentação da paisagem.

Já em relação às Métricas de Forma, verificou-se uma maior tendência à circularidade nos fragmentos ao longo dos anos. Os valores de índice de forma médio (SHAPE_MN) mostram que a paisagem deste estudo apresenta fragmentos florestais de formas próximas às simples, o que é evidenciado pela diminuição dos valores dessa métrica durante o período avaliado: variação de 0,124 nos 31 anos. Conforme Viana & Pinheiro (1998), essa métrica é útil para a análise da vulnerabilidade dos fragmentos a perturbações, sobretudo por meio do efeito de borda.

A distância média do vizinho mais próximo (ENN_MN) apresentou tendência de redução durante o período estudado, que passou de 65 para 43 metros, consequência do aumento do número de fragmentos (NP), o que faz com que os fragmentos se tornem mais agregados. Segundo Almeida (2008), distâncias médias entre fragmentos menores que 60 metros são classificadas como de baixo isolamento, portanto, a área estudada possui um baixo grau de isolamento, o que pode ser favorável para o deslocamento de algumas espécies, como asseveram Ribeiro *et al.* (2009). Para Almeida (2008), fragmentos que apresentam distâncias menores que 100 m entre si podem ser considerados como de isolamento moderado, porém, limitante para algumas espécies. No estudo de Awade & Metzger (2008), realizado em remanescentes da Mata Atlântica paulista, um dos principais achados foi que algumas espécies de aves de sub-bosque evitam cruzar áreas abertas com distâncias superiores a 40 metros.

Considerando que as principais interferências sobre a cobertura vegetal em uma determinada área decorrentes da implantação de uma Linha de Transmissão estão relacionadas ao desmatamento realizado para estabelecimento da faixa de servidão, limpeza de áreas para montagem de torres e construção de praças de lançamento de cabos condutores, os resultados do estudo apontaram que a LT 230 Kv Milagres/Coremas-C2 parece ser um fator que contribui para a subsistência de remanescentes de Caatinga na região, haja vista que o porte desse tipo de vegetação é menor que de outros ambientes florestais (Florestas Estacionais, Ombrófilas e/ou Ciliares) o que, em última análise, implica em menor necessidade de supressão de vegetação ao longo da faixa de servidão, tanto para o lançamento dos cabos durante sua instalação como na manutenção periódica da própria linha ao longo de sua operação.

Os resultados obtidos demonstram, por fim, que a região de estudo ainda contempla remanescentes com dimensões significativas, capazes de sustentar grande parte da diversidade biótica regional. Esta condição também é amparada pelos resultados dos estudos de campo e pelos indicadores apresentados na análise qualitativa. O principal destaque, nesse sentido, consiste nos ambientes serranos regionais, cuja ocupação é limitada pela declividade do terreno e pela ausência de recursos hídricos. Tais ambientes devem ser vistos como as principais fontes de espécies capazes de recolonizar as áreas que venham a ser objeto de recuperação, devendo assim ser submetido a esforços de conservação. Assim sendo, em relação às questões formuladas ao início deste documento, pode-se concluir que a instalação e/ou operação da LT promoveu alterações bastante tênues e pontuais na área de estudo.

Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A.N. 2003. Caatingas: o domínio dos serões secos. In: AB'SABER, A.N. Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: ATELÍE, 2003. p. 83-100.
- ALBANEZ, A.C.M.P. 2000. Caracterização dos fragmentos florestais a partir de estudos de ecologia da paisagem para o município de Ponte Nova, Minas Gerais. 2000. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG.
- ALMEIDA, C.G. 2008. Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná. 72 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.
- ARAÚJO, F.S.; MARTINS, F.R. 1999. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no planalto do Ibiapaba, Estado do Ceará. Acta Botanica Brasilica 13 (1): 1-14.
- AWADE, M. & METZGER, J.P. 2008. Importance of functional connectivity to evaluate the effect of hábitat fragmentation for three Atlantic rainforests birds. Austral Ecology 33: 863-871.
- BRITO, E.R.; MARTINS, S.V.; GLERIANI, J.M.; SOARES, V.P. 2017. Identification of degraded areas and classes of vegetal cover through geographical information system, for environmental adequacy. In: RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; GANDOLFI, S. (Eds.). High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil. New York: Nova Science Publishers, p.247-260.
- CALEGARI, L.; MARTINS, S.V.; GLERIANI, J.M.; SILVA, E. & BUSATO, L.C. 2010. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. Revista Árvore 34 (5): 871-880.
- CEMIN, G.; PERICO, E. & REMPEL, C. 2009. Composição e configuração da paisagem da sub-bacia do Arroio Jacaré, Vale do Taquari, RS, com ênfase nas áreas de florestas. Revista Árvore 33(4): 705-711.
- COSTA, R.B. 2003. Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste. Campo Grande: UCDB, 246 p.
- COSTA, T.C.C.; OLIVEIRA, M.A.J.; ACCIOLY, L.J.O. & SILVA, F.H.B.B. 2009. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 13 (Suplemento): 961-974.
- CULLEN-JR, L.; ABREU, K.C.; SANA, D. & NAVA, A.F.D. 2005. As onças pintadas como detetives da paisagem no corredor Alto Paraná, Brasil. Natureza & Conservação 3 (1): 43-58.
- DIAS, C.T. de V.; KIILL, L.H.P. 2008. Levantamento florístico da reserva legal do Projeto Salitre, Juazeiro-BA. Petrolina: Embrapa Semiárido, 25 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br.htm>. Acesso em 20.jan.12.

- FERNANDES, M.R.M.; MATRICARDI, E.A.T.; ALMEIDA, A.Q. & FERNANDES, M.M. 2017. Análise temporal da fragmentação florestal na região semiárida de Sergipe. *Nativa* 5 (6): 421-427.
- FORMAN, R.T.T. 1999. *Land mosaics: the ecology of landscape and regions*. Cambridge University Press, Cambridge, London.
- FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. 1986. *Landscape Ecology*. New York: J.Wiley, 619 p.
- GIULIETTI, A.M.; DU-BOCAGE-NETA, A.L.; CASTRO, A.A.J.F.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; VIRGÍNIO, J.F.; QUEIROZ, L.P.; FIGUEIREDO, M.A.; RODAL, M.J.N.; BARBOSA, M.R.V. & HARLEY, R.M. 2003. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: Silva, J.M.C.; Tabarelli, M.; Fonseca, M.T.; Lins, L.V. (orgs.). *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, pp. 48-78; 3 anexos.
- GREGGIO, T.C.; PISSARRA, T.C.T. & RODRIGUES, F.M. 2009. Avaliação dos fragmentos florestais do município de Jaboticabal - SP. *Revista Árvore* 33(1):117-124.
- HERRMANN, B.C.; RODRIGUES, E. & LIMA, A. 2005. A paisagem como condicionadora de bordas de fragmentos florestais. *Floresta, Curitiba*, 35 (1): 13-22.
- KINDLMANN, P.; BUREL, F. 2008. Connectivity measures: a review, *Landscape Ecology*, 23, p. 879-890.
- KIRMSE, R.D.; PFISTER, J.A.; VALE, L.V.; QUEIROZ, J.S. 1983. *Woody plants of the northern Ceará Caatinga*. EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos and Utah State University, Department of Range Science, Technical Report Nº 14.
- LEAL, I.R.; SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; LACHER-JR, T.L. 2005. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade* 1 (1).
- LUCAS, D.F. 2011. *Análise espacial dos fragmentos florestais no município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG*. Dissertação de Especialização. Belo Horizonte: Curso de Especialização em Geoprocessamento, Departamento de Cartografia, Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, 44 p.
- MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.A.; NEEL, M.C. & ENE, E. 2008. *Fragstats: Spatial pattern analysis program for categorical maps - version 3.3 build 5*. Manual do programa. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, 2002. Disponível em: <www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>. Acesso em 05 jul. 2017.
- McGARIGAL, K.; MARKS, B.J. 1994. *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program For Quantifying Landscape Structure*. Version 2.0, Mar.1994. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponível em <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>>. Acesso em 23 abr. 2018.
- METZGER, J.P. 2001. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica* 1: 1-9.

- NASCIMENTO, M.C.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C.A.Á.S. & SILVA, E. 2006. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da Bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do Satélite IKONOS II. *Revista Árvore* 30(3): 389-398.
- PEREIRA, J.L.G.; BATISTA, G.T.; THALÊS, M.C.; ROBERTS, D.A. & VENTURIERI, A. 2001. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. *Geografia* 26(1): 59-90.
- PRADO, D.E., 2003. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M. & SILVA, J.M.C. (Eds.). *Ecologia e conservação da caatinga*. Recife, Ed. Universitária da UFPE, pp. 3-73
- PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. 2001. *Biologia da Conservação*. Londrina: E. Rodrigues, 328p.
- RANTA, P.; BLUM, T.; NIEMELÄ, J.; JOENSUU, E. & SIITONEN, M. 1998. The fragmented Atlantic rainforest of Brasil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 7: 385-403.
- REMPEL, C.T. et al. 2009. A ecologia da paisagem como base para o zoneamento ambiental da região político-administrativa - Vale do Taquari - RS - Brasil: um modelo de proposta metodológica. *GeoFocus* 9: 102-125.
- REZENDE, E.N. & COELHO, H.A., 2015. Impactos ambientais decorrentes da construção de estradas e suas consequências na responsabilidade civil. *Revista do Mestrado em Direito* 9 (2): 155-180.
- RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142 (6):1141-1153.
- RIZZINI, C.T. 1997. *Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos e sociológicos e florísticos*. 2ª ed. São Paulo: Âmbito Cultura Edições Ltda.
- RODAL, M.J.N., 1992. *Manual sobre métodos de estudos florístico e fitossociológicos – Ecossistema Caatinga*. Rio de Janeiro: Sociedade Botânica do Brasil, 23 p.
- ROSS, J.S. 2006. A vegetação e os sistemas ambientais naturais. In: ROSS, J.S. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, p. 87-97.
- ROSS, J.S. 2008. Os grandes domínios de vegetação: o caso brasileiro. In: ROSS, J.S. *Geografia do Brasil*. 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. p 174-179.
- SÁ, I.B.; RICHÉ, G.R. & FOTIUS, G.A. 2003 As paisagens e o processo de degradação do semi-árido nordestino. In: Silva, J.M.C.; Tabarelli, M.; Fonseca, M.T.; Lins, L.V. (orgs.). *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, pp. 18-36.
- SOUZA, G.F.; MEDEIROS, J.F. 2013. Fitossociologia e florística em áreas de Caatinga na microbacia hidrográfica do riacho Cajazeiras–RN. *Geotemas* 3 (1): 161-176.

- SOUZA, B.I.; SUERTEGARAY, D.M.A. & LIMA, E.R.V. 2011. Evolução da desertificação no Cariri paraibano a partir da análise das modificações na vegetação. *Geografia* 36 (1): 193-205.
- TONIAL, T.M. 2003. Dinâmica da paisagem da região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. 2003. 311 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- TURÍBIO-E-SILVA, K.S.; LIMA, A. & ALMEIDA, A.M. 2011. Estudo da sazonalidade da Caatinga com dados do sensor MODIS. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*. Curitiba: INPE, p.1881.
- TURNER, M.G. 2005. Landscape ecology: what is the state of the science? *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 36: 319-344.
- TURNER, M.G.; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. 2001. *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. New York: Springer.
- UBAID, F.K. 2017. Distribuição espacial e densidade populacional. In: Valtuille, T. (org.): *Conservação do Jacu do Nordeste: um estudo na Caatinga brasileira*. Florianópolis: Samec Editora/CHESF: 98-110.
- VALENTE, R.O.A. 2001. Análise da estrutura da paisagem na bacia do Rio Corumbataí, SP. 2001. 161 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- VIANA, V.M. & PINHEIRO, L.A.F. 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF* 12(32): 25-42.
- VOLOTÃO, C.F.S. 1998. Métricas do FRAGSTATS. São José dos Campos: INPE: Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. Trabalho de Análise Espacial, 48 p.



CONSULTORIA
ENGENHARIA
GERENCIAMENTO

realização:

STCP Engenharia de Projetos Ltda.

Rua Euzébio da Motta, 450

80530-260 Curitiba - PR, Brasil

Tel.: +55 41 3252-5861