

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS – PUC MG
Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial

Carlos Magno Santos Clemente

**SERVIÇOS AMBIENTAIS E VALORAÇÃO DOS
ESTOQUES DE CARBONO NO SEMIÁRIDO BAIANO**

Belo Horizonte

2021

Carlos Magno Santos Clemente

**SERVIÇOS AMBIENTAIS E VALORAÇÃO DOS
ESTOQUES DE CARBONO NO SEMIÁRIDO BAIANO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Geografia – Tratamento da Informação
Espacial como requisito parcial para obtenção do
título de doutor em Geografia.

Orientador: Alecir Antônio Maciel Moreira

Área de concentração: Análise Espacial

Belo Horizonte

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

C626s Clemente, Carlos Magno Santos
Serviços ambientais e valoração dos estoques de carbono no semiárido baiano / Carlos Magno Santos Clemente. Belo Horizonte, 2021.
195 f. : il.

Orientador: Alecir Antônio Maciel Moreira
Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial

1. Serviços ambientais - Rãs, Rio das, Bacia (BA). 2. Carbono - Aspectos ambientais. 3. Biomassa. 4. Mercado de emissão de carbono. 5. Política ambiental. 6. Conservação da natureza. 7. Ecossistemas - Administração. 8. Engenharia geotécnica. I. Moreira, Alecir Antônio Maciel. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial. III. Título.

CDU: 577.4(814.2)

Ficha catalográfica elaborada por Claudia Cristina Carvalho Tavares - CRB 6/2647

Carlos Magno Santos Clemente

**SERVIÇOS AMBIENTAIS E VALORAÇÃO DOS
ESTOQUES DE CARBONO NO SEMIÁRIDO BAIANO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Geografia – Tratamento da Informação
Espacial como requisito parcial para obtenção do
título de doutor em Geografia.

Área de concentração: Análise Espacial

Prof. Dr. Alecir Antônio Maciel Moreira (orientador) – PUC MG

Prof. Dr. Henrique Paprocki – PUC Minas

Prof. Dr. Sandro Laudares – PUC Minas

Prof. Dr. Mário Marcos do Espírito Santo – UNIMONTES

Prof. Dr. Marcos Esdras Leite – UNIMONTES

Belo Horizonte, 26 de março de 2021

DEDICATÓRIA

*Dedico essa tese a minha esposa
(Deborah Marques Pereira Clemente) e
aos meus familiares em Itabira – MG*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

Agradeço a pós-graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial da PUC-MG, bem como a todos (as) professores (as) do Programa. Aos estudantes que tive a oportunidade de conviver ao cursar as disciplinas e no ambiente do doutorado da PUC -MG. Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio financeiro.

Agradeço ao professor Prof. Dr. Alecir Antônio Maciel Moreira (Orientador) por nortear-me durante as disciplinas e a construção da tese, além de ser sensível para auxiliar algumas situações durante o curso. Também ao Prof. Dr. José Flávio Morais Castro pelas orientações cartográficas.

Aos integrantes da banca por aceitarem o convite e pelas contribuições para melhoria da tese.

À minha mãe (Fatinha), meu pai (Carlos Guilherme), meus irmãos (Lé e Fabiane) e os demais familiares por sempre acreditarem em mim. À minha esposa Deborah Marques Pereira Clemente pela paciência e por não medir esforços para apoiar e motivar antes e durante a caminhada do doutorado. *In memoriam* ao tio Geraldo Ferreira Gonçalves (16/04/1954 – 16/02/2021), a tia Janice Maria da Silva Carmo (16/04/1957 – 20/03/2021) e a amiga Ramony Pereira Batista (27/12/1986 - 12/04/2021).

Ao Centro Universitário UniFG por apoiar e sempre entender o momento sensível que é um curso de doutorado. Na oportunidade, agradeço ao Prof. Georgheton Melo Nogueira pelo apoio institucional. Também, aos docentes-pesquisadores (as) Dr. Gabriel Cotrim de Souza, Dr. Euler Melo Nogueira e Dra. Blície J Balisa-Rocha pelo apoio técnico-científico, motivacional e institucional.

Ao Observatório UniFG do Semiárido Nordeste pelo fornecimento da infraestrutura e o auxílio técnico-científico. Em especial a todos os estudantes de Iniciação Científica – IC do laboratório de geoprocessamento do Observatório UniFG do Semiárido Nordeste. Agradeço ao advogado Tiago Brasil e ao servidor do estado da Bahia João Batista dos Santos Júnior (Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos INEMA – unidade Guanambi – BA) pelas orientações sobre o Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos – SEIA e os inventários florestais. Também, ao Serviço Florestal Brasileiro - SFB, Inventário Florestal Nacional - IFN, pelo fornecimento dos dados de biomassa e carbono. A Evilásio Pereira Bomfim por auxiliar no trabalho de campo em sua propriedade.

RESUMO

A bacia hidrográfica do rio das Rãs localiza-se no curso médio do rio São Francisco, na conjuntura regional do semiárido baiano. O objetivo da pesquisa é entender a dinâmica da prestação de serviços ambientais, em fitofisionomias de caatinga e cerrado, na bacia hidrográfica do rio das Rãs, entre os anos de 1973 e 2019. Com as seguintes perguntas motivadoras: em qual medida as ações derivadas das atividades econômicas diminuíram as áreas de cerrado/caatinga e afetaram os serviços ambientais relativos aos estoques de carbonos na bacia? Caso os serviços ambientais referentes aos estoques de carbono fossem valorados, quais grupos seriam os beneficiados? Foram utilizados 17 inventários, 280 parcelas e 17.745 indivíduos como base de apoio à medição da biomassa e dos estoques de carbono (acima e abaixo do solo). Nesse contexto, foram quantificados 4.169.071,36 ton. e 3.088.494,09 ton. de carbono acima e abaixo do solo, respectivamente, com a valoração de 250 milhões de dólares no ano de 2019. Porém, verifica-se a desvalorização entre os preços praticados no mercado de carbono em relação às metas do Acordo de Paris (91,33%). Para uma distribuição monetária mais justa, referente ao PSA na bacia, recomenda-se o envolvimento de agricultores familiares e comunidades tradicionais, isso para evitar uma concentração de renda e agravar, ainda mais, um cenário histórico de exclusão socioeconômica no semiárido baiano. Além disso, os recursos financeiros dos PSA poderiam contribuir para uma melhor infraestrutura das UCs localizadas na bacia. Vale registrar que a diminuição dos serviços ambientais não refletiu na redução das desigualdades socioeconômicas na área de estudo.

Palavras-chave: Carbono; Biomassa; Conservação; Ambiental; Geotecnologias

ABSTRACT

The hydrographic basin of the rio das Rãs is in the middle course of the São Francisco river, in the regional context of the Bahia semi-arid region. The objective of the research is to understand the dynamics of the provision of environmental services, in areas of the caatinga and cerrado, in the hydrographic basin of the rio das Rãs, between the years 1973 and 2019. And the following motivating questions: to what extent the actions derived from have economic activities reduced the areas of cerrado / caatinga and affected the environmental services related to carbon stocks in the basin? If environmental services related to carbon stocks were valued, which groups would benefit? 17 inventories, 280 plots and 17,745 individuals were used as a support base for the measurement of biomass and carbon stocks (above and below ground). In this context, 4,169,071.36 tons were quantified. and 3,088,494.09 ton. of carbon above and below the ground, simultaneously, with the valuation of 250 million dollars in the year of 2019. However, there is a devaluation between the prices practiced in the carbon market in relation to the goals of the Paris Agreement (91.33 %). For a fairer monetary distribution, referring to the PSA in the basin, the involvement of family farmers and traditional communities is recommended, to avoid a concentration of income and further aggravate a historical scenario of socioeconomic exclusion in the Bahia semiarid. In addition, PSA financial resources could contribute to a better infrastructure for UCs located in the basin. It is worth noting that the decrease in environmental services has not reflected in the reduction of socioeconomic inequalities in the study area.

Keywords: Carbon; Biomass; Conservation; Environmental; Geotechnologies

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Diagrama dos ecossistemas e biodiversidade	27
Figura 02 - O ciclo do carbono e a associação com às ações antrópicas.....	30
Figura 03 - Propostas de mercados ambientais (vegetação/carbono/PSA)	36
Figura 04 - Linha do tempo das reuniões da COP	46
Figura 05 - Cenário para a revitalização agrária e a conservação da caatinga.....	52
Figura 06 - Localização da bacia hidrográfica do rio das Rãs - BA.....	55
Figura 07 – Bacia hidrográfica do rio das rãs -BA: População por setores censitários (2010)	56
Figura 08 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Geologia	59
Figura 09 – Afloramentos rochosos	60
Figura 10 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs – BA: Compartimentação	60
Figura 11 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Geomorfologia.....	62
Figura 12 – Relevos residuais (inselbergues) na depressão de Guanambi.....	63
Figura 13 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Hipsometria	63
Figura 14 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Solos	64
Figura 15 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Vegetação	65
Figura 16 – Precipitação nos patamares e serra do Espinhaço.....	66
Figura 17 – Exemplos das fitofisionomias	67
Figura 18 – Bloco diagrama da bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno	68
Figura 19 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Parcelas dos inventários	73
Figura 20 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Carta imagem 1973.....	75
Figura 21 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Carta imagem 1987	76
Figura 22 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Carta imagem 1997	76
Figura 23 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Carta imagem 2007	77
Figura 24 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Carta imagem 2019	77
Figura 25 – Árvores de decisões (<i>Decision Tree</i>) – 1973 a 2019	78
Figura 26 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Generalização das feições geomorfológicas	80
Figura 27 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs – BA: Propriedades rurais	88
Figura 28 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Trabalhos de campo.....	89
Figura 29 – Regiões áridas e semiáridas pelo mundo	91
Figura 30 – Exemplos de regiões semiáridas da América Latina	92
Figura 31 – Evolução da delimitação do semiárido brasileiro – 1936 a 2017	97
Figura 32 – Ombrotérmico de Gausson – 2009 a 2019.....	98
Figura 33 – Média da precipitação anual acumulada (2009 a 2019).....	100
Figura 34 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: pinturas rupestres.....	101
Figura 35 – Complexo Eólico na Serra do Espinhaço.....	104
Figura 36 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Empreendimentos eólicos, mineração e o abastecimento de água a população.....	106
Figura 37 - Vulnerabilidade natural a perda de solo	108

Figura 38 - Mortandade de Peixes e trecho do Riacho do Belém (Cidade de Guanambi, BA)	110
Figura 39 - Cobertura vegetal nos anos de 1973, 1987, 1997, 2007 e 2019	114
Figura 40 - Dinâmica da vegetação natural entre décadas (1973 a 2019).....	116
Figura 41 - Área colhida (Hectares) total e de Algodão - Microrregião de Guanambi (BA) 1974 a 2018).....	116
Figura 42 - Concentração de vegetação natural em terrenos elevados - UC's da serra dos Montes Altos	118
Figura 43 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs - BA: Vegetação natural entre décadas - 1973 a 2019	121
Figura 44 - Supressão e regeneração da vegetação natural entre décadas - 1973-2019....	123
Figura 45 - Estoques de biomassa e carbono (acima e abaixo do solo) de 1973 a 2019... 126	
Figura 46 - Exemplos de exploração por meio do carvoejamento	127
Figura 47 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Biomassa acima do solo entre décadas - 1973 a 2019	130
Figura 48 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Biomassa abaixo do solo entre décadas - 1973 a 2019	131
Figura 49 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Biomassa acima do solo entre décadas - 1973 a 2019	133
Figura 50 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Carbono abaixo do solo entre décadas - 1973 a 2019	134
Figura 51 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs - BA: Classificação das propriedades rurais	148
Figura 52 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs -BA: PSA por propriedades em.....	150
Figura 53 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs -BA: PSA por propriedades rurais	151
Figura 54 - Estrutura para projeto de carbono e serviços ambientais.....	158

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Síntese dos serviços ambientais / ecossistêmicos de acordo AEM 2005	26
Quadro 02 - Síntese das variáveis básicas e subprodutos do IFN	32
Quadro 03 - Principais plataformas mundiais sobre mudanças do clima	44
Quadro 04 – Imagens landsat	70
Quadro 05 – Classificação das propriedades.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Valor Adicionado, PIB e PIB Per Capita a Preços Correntes, Bahia - 2017.....	57
Tabela 02 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs- Geodiversidade.....	84
Tabela 03 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Unidades litológicas	85
Tabela 04 – Valores médios dos Inventários Florestais por fitofisionomias.....	87
Tabela 05 - Indicadores Cramer’s V para os anos analisados	118
Tabela 06 - Cobertura vegetal por fitofisionomias entre décadas de 1973 a 2019.....	119
Tabela 07 - Estoques de biomassa e carbono (acima abaixo do solo) de 1973 a 2019	126
Tabela 08 – Estoques de carbono e biomassa (acima e baixo do solo) 1973 a 2019	135
Tabela 09 – Ocupação das demarcações territoriais por município	148
Tabela 10 – PSA totais e por propriedades rurais conforme	150
Tabela 11 –PSA por tipo de vegetação conforme o acordo de Paris (US\$ dólares)	152
Tabela 12 –Bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno: Indicadores sociais	153
Tabela 13 - PSA por município em 2019 – Carbono acima do solo	154

LISTA DE SIGLAS

AEM	Avaliação Ecológica do Milênio
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APP's	Áreas de Preservação Permanente
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social
CAR	Cadastro Ambiental Rural
C	Carbono
CBD	<i>Convention on Biological Diversity</i>
COP	Conferência das Partes
CO ₂	Dióxido de Carbono
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
ECO – 92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, 1992
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ERST-1	Earth Resources Technology Satellite
FED	Floresta Estacional Decidual
FNE	Financiamento do Nordeste
FNMC	Fundo Nacional sobre Mudança do Clima
FTS	Floresta Tropical Seca
FIOL	Ferrovia de Integração Oeste-Leste –
GEE	Gases do Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFB	Inventário Florestal Brasileiro
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INEMA	Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
<i>IPCC</i>	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ITP	Instituto de Tecnologia Pernambucano
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MI	Ministério da Integração
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Admenistration</i>
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
NOOA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
OLI	<i>Operational Land Imager</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
PDI	Processamento Digital de Imagens
PMDBBS	Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRODES	Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia –
RCE	Redução Certificada de Emissão
REDD+	Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal – <i>Plus</i>
SEMA	Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SEIA	Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SRTM	<i>Shuttle Radar Topographic Mission</i>
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

TEEB	<i>Economics of Ecosystems and Biodiversity</i>
TIE	Tratamento da Informação Espacial
TM	Thematic Mapper
TON	Toneladas
TON. HA ⁻¹	Toneladas por hectares
UC's	Unidades de Conservação
<i>UNCCD</i>	<i>United Nations Convention to Combat Desertification</i>
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
WCMC	<i>World Conservation Monitoring Centre</i>
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 Serviços ecossistêmicos e ambientais	23
2.2 Carbono e o Pagamento por Serviços Ambientais -PSA	29
2.3 Política sobre as mudanças do clima	41
2.4 Conservação/preservação da natureza e os aspectos jurídicos sobre a vegetação	48
3 METODOLOGIA	53
3.1 Delimitação e caracterização da área do estudo	54
3.2 Aquisição dos dados e métodos	69
3.3 Tratamento e extração dos dados orbitais	75
3.4 Técnicas e parâmetros para as análises do espaço geográfico	82
4 CONTEXTUALIZAÇÃO REGIONAL, HISTÓRICO-TERRITORIAL E DO USO DO SOLO	90
4.1 As regiões semiáridas mundiais e a regionalização do semiárido brasileiro	91
4.2 Aspectos históricos da ocupação territorial	101
4.3 Suscetibilidade natural	107
5 COBERTURA VEGETAL, ESTOQUES DE BIOMASSA E CARBONO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS RÃS E SEU ENTORNO (BA)	112
5.1 Análise espaço-temporal da vegetação natural	113
5.2 Análise espaço-temporal dos estoques de biomassa e carbono (acima e abaixo do solo)	125
6 PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS - PSA'S NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS RÃS E SEU ENTORNO (BA)	139
6.1 Valoração dos estoques de carbono	140
6.2 Cenários de possíveis Beneficiados (as) pelos PSA	146
CONSIDERAÇÕES FINAIS	159
REFERÊNCIAS	162

1 INTRODUÇÃO

A natureza possui funções ou valores para a população desvinculados dos modos de produção e dos mercados tradicionais, que realizam a exploração de madeira, carvão, entre outros artifícios de degradação dos ecossistemas (FEARNSIDE, 2018). Nesse contexto, a manutenção dos estoques de carbono em coberturas vegetais nativas traz benefícios para a sociedade, como exemplo, o controle do aquecimento global (FEARNSIDE, 2018). Esforços científicos, políticos e diplomáticos têm sido destinados para alocar valores econômicos nos serviços ambientais, ou o Pagamento por Serviços Ambientais - PSA (FEARNSIDE, 2018). No entanto, a valoração da natureza não seria uma análise puramente econômica ou da mercantilização, tem como intuito a perspectiva de atingir grupos mais vulneráveis e intervenções que amenizem a pobreza, além de valorizar os benefícios da conservação da biodiversidade para o bem-estar humano (POTSCHIN; HAINES-YOUNG, 2011).

De acordo com o *United Nations Environment Programme* (2019), 78% das emissões do planeta são oriundas do grupo de países ricos e emergentes denominado G 20, sendo os maiores emissores absolutos os Estados Unidos da América – EUA, a China e a Índia. No caso do Brasil, o uso da terra, a mudança do uso da terra e a supressão da vegetação contribuem com 59% das emissões de CO₂ (SIRENE, 2016).

Os biomas brasileiros foram intensamente degradados durante séculos de ocupação territorial. Pode-se afirmar que expressiva parte da cobertura vegetal e da biodiversidade dos biomas da Caatinga e do Cerrado (além de outros) foi afetada durante este processo (INPE, 2016; 2020). Estima-se que até o ano de 2016, a Caatinga apresentou um acumulado de supressão de 255.454,918 Km² de sua vegetação natural, 30% da área do bioma (INPE, 2016). O cerrado brasileiro seguiu o mesmo padrão de degradação, com a redução de 246.435,50 km² da vegetação nativa, entre os anos de 2000-2020, sendo que no estado da Bahia houve uma diminuição de 919,15 km², ocupando o terceiro lugar entre os estados que mais desmataram o cerrado no ano de 2020 (INPE, 2020).

A redução da cobertura vegetal que tem como uma das consequências a queda da absorção do dióxido de carbono pelas plantas, que juntamente com os gases liberados pelos combustíveis fósseis e as queimadas contribuem para o aquecimento global, ou seja, uma das origens do aumento dos Gases do Efeito Estufa - GEE (PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, 2001; FEARNSIDE, 2018). No Brasil, em 2017, as emissões aumentaram para 1,374 bilhões de toneladas de emissão de CO₂ em relação ao ano anterior, sendo que os estados do Pará,

Mato Grosso, Minas Gerais e São Paulo foram os maiores emissores de CO₂ (Bahia ocupa a sétima posição) (SEEG, 2017).

Diante desse cenário, a 21^o Conferência das Partes – COP, realizada em Paris, em 2015, teve como encaminhamento limitar o aumento da temperatura global para 1,5°C (média anterior era de 2°C), sendo aprovado por 195 países (Acordo de Paris). A meta foi reforçada pela *Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC* (2018) para alcançar um aquecimento global de 1,5°C até 2030, o planeta que deverá apresentar zero (0) de emissões em 15 anos, um escopo desafiador para os 195 países membros. O Brasil se comprometeu em reduzir 37% dos GEE em uma projeção para 2025 e 43% de redução para o ano de 2030 (Base de emissões 2005) (UNFCCC, 2015).

Conforme a *National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA* e a *National Aeronautics and Space Administration - NASA*, a temperatura média anual da Terra em 2016 foi de 14,83°C graus, a mais quente dos séculos XX e XXI (INPE, 2017). Desde a era pré-industrial, o quarto ano mais quente foi registrado em 2018 (MARENGO, 2018). O Instituto de Tecnologia Pernambucano - ITP (2008) - destacou que a temperatura do ar teve um aumento de 0,5°C no território brasileiro; e o Nordeste com um incremento de 1 a 2° na temperatura do ar em 41 anos. Para Marengo (2020), com advento da mudança do clima, o nordeste brasileiro será uma das regiões mais afetadas no Brasil, com uma projeção de aumento da temperatura em até 4° entre os anos de 2100 e 2700, principalmente para a região central nordestina (semiárido nordestino). Vale registrar que de acordo com Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, resolução 115 de novembro de 2017, o semiárido brasileiro compreende 1.262 municípios, ocupa 13% (1.127.963,202 km²) do território nacional e com 13,66 % (26.061.164 habitantes) da população total do Brasil, sendo 63% localizados em áreas urbanas (16.454.095 habitantes) e 37% em zonas rurais (9.607.069 moradores) (IBGE, 2011; BRASIL, 2017).

O semiárido brasileiro possui aspectos peculiares do clima, com longos períodos de estiagem, concentração temporal e irregularidade espacial das chuvas e intensa evapotranspiração. Para além disso, as chuvas são bastante variáveis interanualmente. Isso implica na constituição de secas em anos consecutivos, no semiárido mais povoado do mundo, com diversidades culturais e ecológicas (AB' SABER, 1999). A região semiárida apresenta em seu histórico do clima a variabilidade do clima, principalmente referentes às secas, sendo que os registros de secas são identificados desde o século XVII (MARENGO, 2008; MARENGO, 2020). De 2012 a 2017 a seca atingiu o semiárido do nordeste de maneira proeminente, acontecimento não identificado em várias décadas anteriores, causando

impactos negativos na agropecuária e no abastecimento de água para milhares de pessoas (MARENGO, 2016; MARENGO, 2020).

No sul-sudoeste do semiárido baiano, no médio curso do rio São Francisco, entre biomas da caatinga e do cerrado, localiza-se a bacia hidrográfica do rio das Rãs (BA), compreendendo uma área de 6673,61 km². A Bacia, na década de 1970, teve na produção algodoeira o seu sustentáculo econômico, ocupando extensões dos cursos médio e baixo (PEREIRA, 2013). Esse cenário ocasionou impactos negativos na cobertura vegetal. De 1973 a 2019 ocorreu a diminuição de 359.157,61 ha (3.591,57 km²) da vegetação, sendo que 60% da supressão ocorreu entre as décadas de 1970 ao final da década de 1980. Nesse período, haviam sido destinados mais de 330 mil hectares para produção algodoeira na região, principalmente nos municípios: Malhada, Palmas de Monte Alto, Sebastião Laranjeiras, Iuiú e Guanambi (FERNANDES, 2004; PEREIRA, 2013; MIRANDA; RODRIGUES, 2015). Na década de 1990, ocorreu o declínio da produção do algodão, causado por um manejo deficitário do solo, irregularidade da precipitação pluviométrica, o aumento das pragas nas lavouras (pragas da mosca branca e o bicudo), entre outras causas (FERNANDES, 2004). A atividade algodoeira deixou um novo cenário no espaço geográfico da bacia, com solos desprovidos de vegetação arbórea e arbustiva, além de áreas abandonadas, agora propícias para recuperação ou regeneração. Em 2012, grandes empreendimentos foram instalados na porção oriental da bacia, em áreas de fragilidade ambiental (nascentes e áreas de recargas hídricas, por exemplo) (PEREIRA, 2020). Soma-se a esse conjunto de eventos a continuidade das práticas de carvoejamento; a construção de uma barragem de rejeitos de minério de ferro no curso alto da bacia, acima de uma barragem de captação de água para abastecimento do município de Guanambi (Represa de Ceraíma); e a autorização pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA, da mina Pedra de Ferro (BAMIN, 2016). Define-se, portanto, um cenário de forte pressão sobre os recursos ambientais no âmbito dessa bacia.

Mas afinal, diante do quadro de pressões que se desenha na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno, em qual medida as ações derivadas das atividades econômicas diminuiram as áreas de cerrado/caatinga e afetaram os serviços ambientais relativos aos estoques de carbonos na bacia? Caso os serviços ambientais referentes aos estoques de carbono fossem valorados, quais grupos seriam os beneficiados? Estas são as **perguntas motivadoras**.

O **objetivo geral** é entender a dinâmica da prestação de serviços ambientais, em fitofisionomias de caatinga e cerrado, na bacia hidrográfica do rio das Rãs, entre os anos de 1973 e 2019. **E os seguintes objetivos específicos:** Identificar os aspectos regionais, históricos-territoriais e do uso e ocupação do solo da/na bacia hidrográfica e seu entorno; Realizar análise espaço-temporal da cobertura vegetal em fitofisionomias de cerrado e caatinga, da/na bacia hidrográfica e seu entorno, entre décadas, durante 46 anos; Mensurar os estoques de carbono e biomassas (acima e abaixo dos solos) em remanescentes de cerrado e caatinga, da/na bacia hidrográfica e seu entorno, entre décadas, durante 46 anos; Quantificar o Pagamento por Serviços Ambientais – PSA relativos aos estoques de carbono em remanescentes de cerrado e caatinga, bem como, comparar as precificações dos PSA relativos ao mercado de carbono e o estabelecido no principal acordo internacional; Identificar possíveis beneficiados pelo PSA relativos aos estoques de carbono acima do solo da/na bacia hidrográfica e seu entorno.

As hipóteses norteadoras desta pesquisa são de que as atividades econômicas ligadas à agropecuária foram decisivas para uma configuração espaço-temporal da vegetação natural e norteadora de uma dinâmica relativa à prestação de serviços ambientais, principalmente em extensões de maior valor agropecuário. Além disso, se os estoques de carbono fossem valorados, mais contemplações nos projetos de PSA seriam para as propriedades de menores dimensões, em sua maioria agricultores (as) familiares, porém, caso não inserisse critérios nesta repartição, ocorreriam concentrações monetárias em grandes propriedades rurais.

A bacia hidrográfica do rio das Rãs se localiza no contexto do semiárido brasileiro, um ambiente com comunidades de vegetação adaptadas a uma evapotranspiração intensa e extensos períodos de escassez da precipitação pluviométrica. A região semiárida carrega em seu histórico de ocupação territorial um drama social e interpretações ambientais precipitadas, pois as “bases físicas e ecológicas não tem força para explicar as razões do grande drama dos grupos humanos que ali habitam”, carecendo de estudos adequados dos espaços ecológicos para sua melhor compreensão e gestão territorial (AB’SÁBER, 1999). O semiárido está associado à “região problema”, um estigma social. Uma condição relacionada ao senso comum, que é agravada devido aos padrões climáticos peculiares e aos baixos indicadores socioeconômicos, quando comparada a outras regiões do Brasil. Essa imagem é reforçada pelo destaque dado às condições climáticas, em específico, a “seca” como principal fator para subdesenvolvimento da região. Nota-se, pois, um determinismo ambiental geográfico que sustenta este argumento (RIBEIRO, 1998). É recorrente, na história brasileira, a preocupação com a relação seca-pobreza do/no Nordeste. Talvez por isso, desde

os anos 50, Celso Furtado e seu grupo de trabalho, tenham identificado as raízes socioeconômicas da pobreza regional (FURTADO, 1959/2009).

A área do estudo apresenta um caráter de síntese geográfica regional, pois se localiza entre a Depressão Sanfranciscana, no centro-oeste, e a formação geomorfológica da serra do Espinhaço, a leste-sudeste. No seu entorno, na porção meridional, apresentam-se as Unidades de Conservação - UC's - de proteção integral estaduais do Parque da Serra do Monte Alto e o Refúgio da Vida Silvestre da Serra do Monte Alto. Encontram-se localmente áreas de contatos entre tipos de vegetação ou ecótono, relacionadas ao cerrado e a caatinga, com a predominância de uma vegetação caducifólia arbórea – arbustiva (PROBIO, 2004).

A bacia possui arranjos territoriais que sintetizam a relação do homem com o semiárido nordestino. Por tratar-se de uma região marcada pela histórica vulnerabilidade socioambiental, torna-se relevante lançar luz sobre a natureza dessa relação, de modo a contribuir para a superação dessas condições. E colaborar para disponibilizar informações sobre os estoques de carbono e conservação de remanescentes de vegetação natural, para conter o desmatamento e potencializar os serviços ambientais intangíveis. Também, fomentar o debate sobre os reais beneficiados pelos PSA em região marcada por baixos indicadores socioeconômicos e refletir se essa última abordagem econômica contribuirá para melhoria da convivência com o semiárido na bacia do rio das Rãs.

O desenvolvimento deste estudo pode fornecer informações regionais para o planejamento socioambiental e bases científicas para um plano para bacia hidrográfica do rio das Rãs. Do mesmo modo, pode contribuir para a aplicação da política nacional de 2021 (lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais), do estado da Bahia do ano de 2015 (lei nº 13.223 de 2015, “Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais e o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais e estabelece outras providências”) referentes aos serviços ambientais (BAHIA, 2015; BRASIL, 2021). O programa é regulamentado pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA no estado da Bahia e pelo Ministério do Meio Ambiente no âmbito nacional.

Com isso, esta pesquisa apresenta natureza eminentemente geográfica, envolvendo concepção regional, conservação, serviços prestados pela natureza e as geotecnologias. O estudo da conservação da vegetação natural contribui para apresentar o caráter fisionômico e de síntese do meio (TRICART, 1977; BERTRAND, 2004). E a contextualização regional e as geotecnologias auxiliam em estabelecer a visão do conjunto geográfico, histórico, das análises e representações do espaço geográfico.

Para responder às reflexões supramencionadas, esta pesquisa foi estruturada em seis capítulos. Na introdução discorreu-se sobre a apresentação da temática, perguntas norteadoras, objetivos, hipótese e justificativas. O segundo capítulo priorizou os debates e narrativas sobre a conservação, os serviços ambientais, as mudanças do clima e o instrumento de análise do espaço geográfico. A metodologia foi destacada no terceiro capítulo, contendo a delimitação e caracterização da área do estudo, teórico-metodológica, materiais, métodos, aquisição e o tratamento da informação espacial. No quarto capítulo encontra-se a contextualização regional, histórico-territorial e do uso do solo da/na bacia hidrográfica e seu entorno. O quinto capítulo discorre sobre os resultados e discussões da análise espaço-temporal da cobertura vegetal, os estoques de biomassa e carbono na área do estudo. O sexto capítulo relaciona-se ao PSA na bacia hidrográfica do rio das Rãs (BA) e seu entorno. O capítulo considerações finais teceu sobre os principais resultados, discussão e as respostas das questões da pesquisa. E por último as referências bibliográficas utilizadas na tese.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo é focado nos aspectos conceituais e aplicados da temática da presente pesquisa, sendo dividido da seguinte maneira: serviços ecossistêmicos e ambientais; carbono e o Pagamento pelos Serviços Ambientais – PSA; históricos e políticas sobre as mudanças do clima; a conservação/preservação da natureza e os aspectos jurídicos sobre cobertura vegetal. Uma conjuntura histórica, conceitual e aplicada para embasar e nortear as questões científicas da presente tese.

2.1 Serviços ecossistêmicos e ambientais

A conservação da biodiversidade causa inúmeros serviços prestados pela natureza, bem como, o incremento das funções dos polinizadores, materiais genéticos, fármacos, estoques de carbono, valores éticos e religiosos, ou seja, benefícios “utilitários” e “não utilitários” (FEARNSIDE, 2018). Assim, os serviços naturais são relevantes suportes para o funcionamento sistêmico do planeta, auxiliando no bem-estar da humanidade (COSTANZA *et al.*, 1997).

As primeiras concepções sobre os serviços prestados pela natureza são atribuídas ao economista francês Jean Baptiste Say (1829). O autor reflete sobre a oferta que o meio proporciona, até então, não valorado (BUCHIANERI, 2017). Uma alusão pode ser vinculada a exploração eólica e da energia solar no quadro energético, sendo assim de acordo com o economista do século XIX:

O vento que move nossos moinhos, e mesmo o calor do sol, trabalha para nós; mas felizmente ninguém ainda foi capaz de dizer – o vento e o sol são meus e o serviço que prestam devem ser pagos (...), ou seja, ninguém olhou para o vento ou para o sol como uma mina, cujo trabalho deveria ser pago (SAY, 1829; GÓMEZ-BAGGETHUN, 2010; BUCHIANERI, 2017, p. 26).

Nesse contexto, na década de 1960, iniciaram-se os estudos sobre os serviços prestados pela natureza (GROOT *et al.*, 2012). Porém, nos anos 1970, as discussões sobre uma nomenclatura que melhor expressaria os serviços naturais foram mais evidentes, bem como a sua relação com a sociedade. Essa reflexão foi estimulada, entre outros fatores, pela conferência Estocolmo da Organização das Nações Unidas - ONU de 1972 (BUCHIANERI, 2017). Os autores Holdren; Ehrlich (1974) contribuíram para a sistematização da nomenclatura ao correlacionar a conservação dos solos com a saúde da produção alimentar em seus estudos, assim utilizando a expressão “serviços da natureza” (BUCHIANERI, 2017). Westman (1977) destacou a relevância da inserção nas agendas políticas os serviços da ecossistêmicos como instrumentos de conservação da biodiversidade (BUCHIANERI, 2017).

Os primeiros esforços de elaboração conceitual sobre os serviços prestados pela natureza foram realizados por Ehrlich; Ehrlich (1981), no livro “*Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species*”, sendo citada a expressão “serviços ecossistêmicos”. Assim sendo, os autores destacaram que “a razão antropocêntrica mais importante para preservar a diversidade é o papel que as plantas e os animais desempenham

na prestação de serviços dos ecossistemas, sem o qual a sociedade, na sua forma atual, não pode persistir” (BUCHIANERI, 2017).

Costanza *et al.*, (1997) apresentaram expressiva divulgação do termo serviços ecossistêmicos. Eles analisaram 16 biomas com a catalogação de 17 ofertas dos ecossistemas, contendo as indicações dos tipos, das funções e dos exemplos aplicados aos serviços ecossistêmicos. Foram sugeridas as seguintes temáticas: regulação dos gases (composição química da atmosfera como o balanço do CO₂/O₂); o equilíbrio climático (regulação da temperatura global, por exemplo); “*disturbance regulation*” preservação dos ecossistemas em face às alterações naturais (a estrutura da vegetação contribuindo para o controle das respostas dos habitats); regulação da água (regulação dos fluxos hidrológicos envolvendo a agricultura e a indústria); abastecimento de água (armazenamento ou contenção da água); controle da erosão e retenção de sedimentos (conservação dos solos); ciclagem de nutrientes; tratamento do esgoto; polinizadores; controle biológico (redução da herbivoria); refúgios (habitats para espécies residentes ou transitórias); produção alimentar (agricultura de subsistência ou pesca); recursos genéticos (conservação dos materiais genéticos); recreação (ecoturismo, pesca esportiva, atividades físicas ao ar livre) e aspectos culturais (oportunidade para usos não comerciais a população como valores espirituais) (COSTANZA *et al.*, 1997) .

Na América Latina, de 1970 ao final da década de 1990, as publicações associavam a um contexto da ecologia cultural ou a etnoecologia, abordando uma relação entre a sociedade e a natureza. Esses estudos iniciais baseavam-se na individualidade dos serviços ecossistêmicos ou nas nascentes vertentes da ecologia econômica (BALVANERA, *et al.*, 2012).

A partir de 1997, a literatura latino-americana passou a empregar os termos serviços ecossistêmicos e ambientais nos textos científicos. A publicação de Fearnside (1997), nomeada “*Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia 1997*”, progrediu nos estudos envolvendo serviços ofertados pela natureza. Esse foi o primeiro artigo científico, nessa abrangência geográfica, a utilizar o termo serviços ambientais, principalmente vinculados às ofertas proporcionadas pela floresta Amazônica. O estudo destacou abordagens voltadas para a ciclagem da água, os estoques de carbonos e a manutenção da biodiversidade (FEARNSIDE, 1997; BALVANERA, *et al.*, 2012). As motivações do estudo de Fearnside (1997) tem relações científicas com a publicação de Costanza *et al.*, (1997) e a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente ou Eco - 1992, realizada no município do Rio de Janeiro, Brasil (BALVANERA, *et al.*, 2012).

Entre os países da América Latina ocorreram aplicações distintas sobre os serviços ecossistêmicos, principalmente devido à diferenciação dos ambientes naturais. Na Argentina, verificou-se expressiva influência das concepções agropecuárias, associadas aos terrenos férteis das pradarias e florestas naturais (BALVANERA, *et al.*, 2012). A Bolívia teve como foco inicial os serviços madeireiros e não madeireiros (desencadeado pela forte presença indígena), a oferta e qualidade das águas e os sequestros de carbono (BALVANERA, *et al.*, 2012). A floresta amazônica brasileira foi base para os estudos preliminares, principalmente voltados para as pressões antrópicas causadas pelo aumento do desmatamento, oriundo, em grande parte, da expansão agropecuária (BALVANERA, *et al.*, 2012). As preocupações dos Estados Unidos da América – EUA influenciaram países como o Panamá e Costa Rica nos estabelecimentos de planos nacionais, embasados nos serviços ecossistêmicos ou ambientais.

O Panamá foi o primeiro país a estabelecer um programa para PSA na América Latina (BALVANERA, *et al.*, 2012). Em relação à Costa Rica, o processo de estabelecimento do projeto e consolidação de projetos ambientais ocorreu na década de 1990. Principalmente ocasionado pelo despertar da exploração agressiva dos recursos naturais, impulsionados pela expansão da criação de gado, monocultura de café e de banana (PFAFF, *et al.*, 2009). As preocupações e ações no país beneficiaram os serviços ambientais ou ecossistêmicos, resultando no aumento e qualidade das águas, diversidade de peixes, ecoturismo, entre outros (BALVANERA, *et al.*, 2012).

A publicação da Avaliação Ecosistêmica do Milênio – AEM ou *Millennium Ecosystem Assessment* (2003) foi um divisor de águas para a sistematização e ampliação dos estudos sobre os serviços prestados pelos ecossistemas, principalmente pela inclusão de variáveis como a diminuição da pobreza, desenvolvimento econômico, além da conservação da biodiversidade (BALVANERA, *et al.*, 2012). Pesquisadores e instituições do Brasil contribuíram com o comitê de orientação exploratória e revisores de organização científica, com a participação das seguintes instituições: Instituto Internacional de Ecologia; Escola Nacional de Saúde Pública; Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; Universidade de São Paulo; Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP; Instituto Interamericano para Pesquisa em Mudanças Globais - IAI, Brasil (AEM, 2005).

A AEM foi solicitada pelo secretário geral das Nações Unidas, Kofi Annan, em 2001, com o intuito de fornecer informações científicas para subsidiar a conservação da diversidade biológica e das espécies migratórias. Somou-se a ela o combate à desertificação e a ação em zonas úmidas, a seguridade da sustentabilidade, da conservação dos ecossistemas e o bem-estar das populações (AEM, 2005). E no caso do Brasil, os efeitos da desertificação e das

mudanças do clima tem no semiárido brasileiro uma região de vulnerabilidade, principalmente, pela intensa evapotranspiração e irregularidade espaço-temporal da precipitação pluviométrica, além dos baixos indicadores socioeconômicos (LIMA *et al.*, 2011; PNUD, 2011). Foram reunidos grupos de trabalhos de mais de 2.000 pesquisadores, para autorias e revisões científicas, em diversos países do mundo, sendo estabelecidas perguntas norteadoras envolvendo as causas das mudanças dos ecossistemas, as influências no bem-estar humano, a conservação dos ecossistemas, entre outras (AEM, 2005). Com o intuito de categorizar os serviços prestados pela natureza, a AEM foi dividida em quatro classes, sendo esses os serviços para provisões, os reguladores, culturais e de suportes, bem como às seguintes subclasses:

(...) os serviços de provisão, inclui alimentos, água, madeira e fibras; serviços reguladores, que afetam climas, inundações, doenças, resíduos e a qualidade da água; serviços culturais, que fornecem benefícios recreacionais, estéticos e espirituais; e serviços de suporte, tais como formação do solo, fotossíntese e ciclo de nutrientes (AEM, 2005, p.10).

Os aspectos norteadores do AEM foram o aumento da produtividade por unidade de área, a erradicação de doenças por meio de políticas públicas e a conscientização da população, atenções às mudanças do clima (níveis das escalas global, regional e local) e o incremento dos valores estéticos e espirituais da natureza (Quadro 01).

Quadro 01 - Síntese dos serviços ambientais / ecossistêmicos de acordo AEM 2005

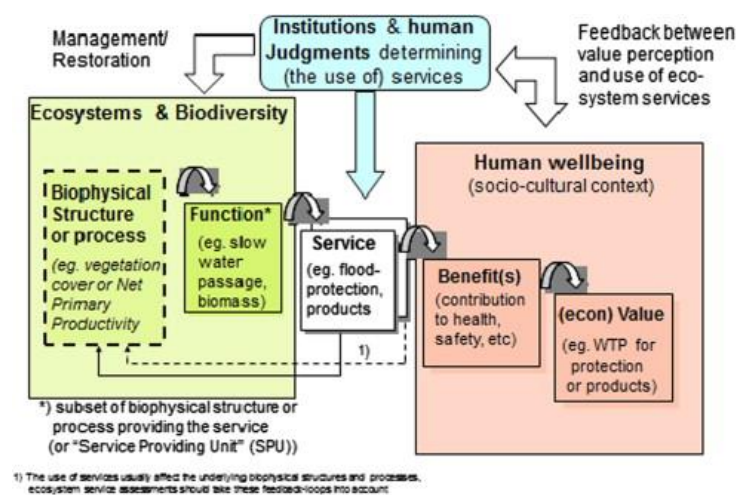
Serviços			
Provisão	Reguladores	Culturais	Suporte ¹
Alimentos, Recursos genéticos, Produtos bioquímicos, Remédios naturais, Produtos farmacêuticos, Água Doce.	Regulação da qualidade do ar, Regulação climática (global, regional e local), Regulação hídrica, Regulação da erosão, Purificação da água e tratamento de resíduos, Regulação de doenças, Regulação de pragas, Polinização, Regulação de ameaças naturais.	Valores espirituais e religiosos, Valores estéticos, Recreação e Ecoturismo.	Formação dos solos, Fotossíntese, Ciclo de nutrientes, Produção de oxigênio, Variedade genética, Desenvolvimento de habitats.

¹Serviços de suporte não são usados diretamente pelos seres humanos, contribuem para outros serviços
Fonte: Adaptado de AEM, 2005, Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2020.

Entre os anos de 2003 a 2005, o grupo de trabalho internacional da AEM produziu 15 documentos técnico-científicos com informações sobre o bem-estar humano, o capital natural, a biodiversidade mundial, a desertificação mundial, os modelos científicos, as informações metodológicas, a base de dados, os encaminhamentos e as bases epistemológicas em escalas locais e globais (AEM, 2005). Foram detectadas mudanças proeminentes de uso da terra de 1980 a 2000 (cobertura vegetal para agricultura) em zonas secas, áreas propícias à desertificação e a constituição de cenários de elevados graus de degradação em regiões de fragilidade socioeconômica (AEM, 2005).

Ainda, de acordo o relatório AEM, os serviços ambientais se posicionam em uma fronteira entre a sociedade e a natureza, em que os ecossistemas e a biodiversidade apresentam benefícios que contribuem para o bem-estar no contexto cultural e social, diante de julgamentos humanos que determinam o uso dos recursos naturais (BRAAT; GROOT, 2012) (Figura 01).

Figura 01 - Diagrama dos ecossistemas e biodiversidade



Fonte: Organizado por Braat; Groot, 2012.

Nessa conjuntura, o estudo AEM contribuiu para divulgação terminológica dos serviços ofertados pela natureza. E apesar dos variados conceitos apresentados pela literatura, em geral, a conceituação “serviços ecossistêmicos” se sobrepõe ao termo “serviços ambientais” (FEARNSIDE, 2018). Com isso, de acordo com Fearnside (2018):

O termo “serviços ecossistêmicos” também é frequentemente usado para incluir os serviços de “provisão”, ou seja, o fornecimento de produtos tais como madeira, pescado, carne de caça, castanha e outros produtos florestais (e.g., MEA, 2005). O conceito de serviços ambientais utilizado no atual trabalho refere-se às funções do meio ambiente que não são produtos físicos e que tradicionalmente não dispõem de mercados, como manutenção de biodiversidade, ciclagem de água e estocagem de carbono (FEARNSIDE, 2018. p.143).

Os estoques de carbonos fornecem bens e serviços ambientais para regulação do clima, com benefícios atenuadores aos efeitos da GEE's na atmosfera (BELTRÃO; VASCONCELLOS, 2018). Além disso, a *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB) tem apresentado aspectos norteadores para inserir valores a biodiversidade e tornar os serviços ecossistêmicos como pautas nas tomadas de decisões políticas. A instituição iniciou, após a demanda apresentada pelo G8 + 5 (EUA, Canadá, Japão, França, Itália, Alemanha, Reino Unido e Rússia), a análise dos benefícios econômicos e da natureza em escala Global, que foi apresentada na COP em 2008 e 2010, voltadas para as Convenções da Diversidade Biológica - CDBs das Nações Unidas (TEEB, 2019). Entre outras informações do relatório TEEB, o carbono foi desenvolvido no capítulo II de *Biodiversity, ecosystems and ecosystem services*, no contexto da regulação do clima (ELMQVIST; MALTBY, 2010). Os desafios teóricos (bases metodológicas de quantificação), políticos (os beneficiados pelos Pagamentos por Serviços Ambientais -PSA) e diplomáticos (parcerias internacionais e o fluxo monetário para PSA) se apresentam no cenário brasileiro e mundial (FEARNSIDE, 2018).

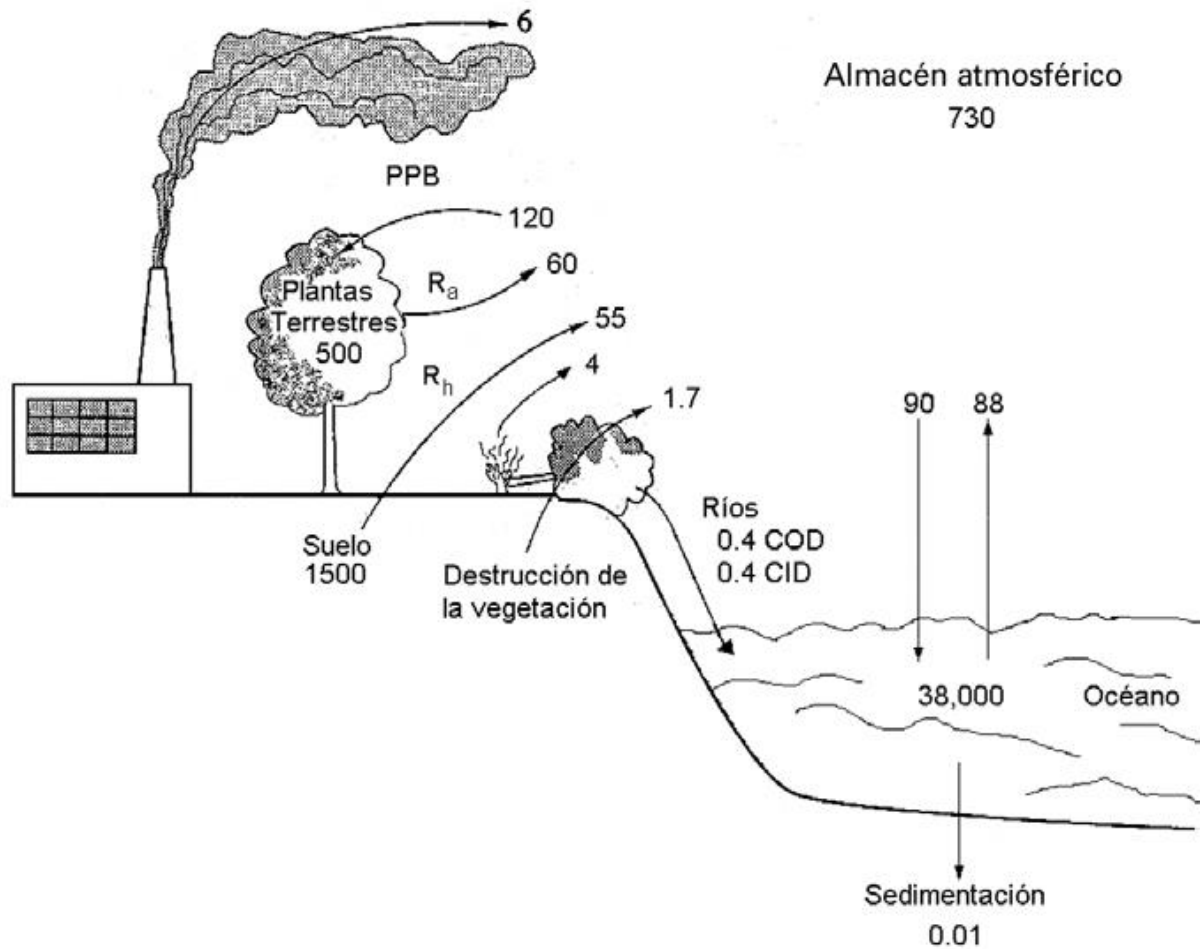
A lógica dos serviços ambientais ou ecossistêmicos é compreendida pelos conservacionista como uma estratégia para a conservação da biodiversidade. E a valoração dos serviços prestados pela natureza seria uma estratégia mais convincente para os gestores e empresários, ou seja, a demonstração do valor monetário da natureza ou os prejuízos econômicos que a destruição dos ecossistemas traz.

2.2 Carbono e o Pagamento por Serviços Ambientais -PSA

O carbono é um composto chave para a vida, pois às suas conexões químicas com o nitrogênio, enxofre, hidrogênio e o oxigênio são produtos essenciais para manutenção dos organismos na terra. Além de estar presente em expressiva quantidade e em constantes transferências ou trocas em ambientes físico-químicos e orgânicos (JARAMILLO, 2004). A conciliação com o oxigênio resulta no dióxido de carbono (CO₂), determinante para regulação da temperatura atmosférica no planeta (25% de CO₂) que, juntamente com o vapor d'água (75%), impede que a terra alcance uma redução da temperatura, que restringiria o desenvolvimento e a expansão da vida humana, devido à cobertura de gelo que estaria presente no planeta terra (SCHLESINGER, 2012). Desse modo, o CO₂ pode ser entendido, também, como um efeito estufa natural, importante para manutenção da vida (CARVALHO, *et al.*, 2010; DE GROOT *et al.*, 2010; SANTOS, 2017).

A cobertura vegetal tem propriedades relevantes para a regulação GEE, o sequestro e os estoques de carbono no meio, esses componentes naturais enquadram-se como um dos serviços prestados pela natureza (SAMPAIO; COSTA, 2011; SANTOS, 2017). A redução da cobertura vegetal, a degradação dos solos, a poluição atmosférica e dos rios são contribuições proeminentes para o aumento do GEE em escala planetária (Figura 02). Além disso, Ab'Sáber *et al.* (1990) chama atenção para o “efeito da realimentação positiva do aquecimento da terra sobre si mesma”.

Figura 02 - O ciclo do carbono e a associação com às ações antrópicas



Fonte: Organizado por Jaramillo, 2004; (siglas em espanhol) PPB = Producción Primária Bruta; R_h = Respiración dos Heterotróficos; R_a = Respiración dos Autotróficos; COD = Carbono Orgânico Dissolvido; CID = Carbono Inorgânico Dissolvido.

O sequestro de carbono tem como função a remoção de parte do CO_2 da atmosfera. Toda a retenção derivada dos processos do ciclo do carbono é estocada em mares e oceanos, rochas e minerais, solos, na atmosfera e em biomassas vegetais e animais (CARVALHO, *et al.*, 2010). Estima-se que o somatório dos carbonos nos solos e na biomassa, viva ou morta, alcançam o triplo da quantidade em relação ao CO_2 presente na atmosfera (FALKOWSKI *et al.*, 2000; SAMPAIO; COSTA, 2011).

As florestas tropicais e subtropicais acumulam, em média, 547,8 gigaton - Gt de carbono, uma das maiores quantidades entre os tipos de comunidades vegetais mundiais (GLAUDEL *et al.*, 2016). A América Latina detém 49% dos estoques de carbonos, comparados com a África Subsaariana e o Sudeste da Ásia. As vegetações úmidas estocam mais carbonos entre os tipos de vegetação nessa região, com 115 ± 34 toneladas de carbono por hectares (Ton. C ha^{-1}), em média. As vegetações tropicais secas uma média de 27 ± 23

toneladas de carbono por hectares (Ton. C ha⁻¹) (SAATCHI *et al.*, 2011). A caatinga apresenta-se como um relevante sumidouro de carbono para o semiárido do Brasil, principalmente por ser o principal bioma em extensão na região semiárida (77%). De acordo com Mendes *et al.* (2020), a caatinga funciona como sumidouros de carbono, mesmo na estação seca, pois a troca líquida de CO₂ (*net ecosystem CO₂ exchange* - NEE) do ecossistema apresenta um equilíbrio no bioma, desmistificando teorias depreciativas em relação aos serviços ambientais exercidos pelas vegetações decíduas. A vegetação da caatinga no período seco armazena mais CO₂ do que áreas de pastagens, por exemplo (SILVA *et al.*, 2017).

Vale ressaltar que toda matéria orgânica de origem biológica animal ou vegetal (viva ou morta) é considerada biomassa ou fitomassa, quando se trata da vegetação (SANQUETTA, 2002; SILVEIRA *et al.*, 2008). A fitomassa ou biomassa da vegetação pode ser analisada por estimativas acima do solo, viva (árvores e arbustos) e morta (serapilheira e troncos caídos), e abaixo do solo (raízes das plantas) (MARTINELLI *et al.*, 1994; SILVEIRA *et al.*, 2008).

Na quantificação dos estoques de carbono a biomassa é uma variável chave, sendo que os métodos podem ser aplicados de maneira direta ou indireta (SANQUETTA, 2002; SILVEIRA *et al.*, 2008). O método direto consiste na interferência na estrutura das plantas, entre outros procedimentos, aplicação de artifícios como o corte, derrubada, coleta de materiais (galhos, folhas e serrapilheira, por exemplo). É dividida em abordagem individual (seleção de uma árvore média) e por parcela (corte e o peso de toda a biomassa de uma área escolhida) (SANQUETTA, 2002; SILVEIRA *et al.*, 2008). Os dados alométricos (inicialmente por meio de medições Diâmetro Altura do Peito - DAP, altura e volume ou de informações de dados biomassa consolidadas na literatura) são meios bastantes usados para a abordagem do método indireto (SANQUETTA, 2002; SILVEIRA *et al.*, 2008; NOGUEIRA, 2008).

Nesse sentido, autores concentraram esforços para formulações de equações de acordo com cada tipo de vegetação ou biomas, exemplificam-se os textos científicos de Brow *et al.* (1989), Rezende (2002), Chave (2005) e Sampaio (2005) e Brow *et al.*, (1989). Rezende (2002) apresentou contribuições em equações de biomassa no Cerrado *Stricto Sensu* brasileiro, “indivíduos com diâmetro a 0,30 m do solo (Db) igual ou a 5 centímetros”, sendo as avaliações em campo entre 1995 a 2000. Em Chave (2005), foi realizada a quantificação da biomassa em florestas tropicais, com a coleta de estudos desde o ano de 1950 nos continentes da América, Ásia e Oceania. Sampaio (2005) desenvolveu equações alométricas para biomassas aéreas vivas em ambientes do bioma Caatinga, em específico, nos municípios

de Santa Luz e Petrolina, Bahia, Depressão Sertaneja, sendo considerada uma altura de 1,3 metros acima do solo com diâmetro mínimo de três centímetros.

O Serviço Florestal Brasileiro - SFB, vinculado ao Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, realiza, em todo o Brasil, o Inventário Florestal Nacional – IFN, com amostragens em grades equidistante de 20 em 20 quilômetros, coleta de dados socioambientais, da paisagem e de dados biofísicos. Como exemplos as seguintes variáveis são amostradas: Necromassa (galhos e troncos mortos), serrapilheira, solos, uso da terra, indícios de tocos e dados da vegetação (Diâmetro à Altura do Peito - DAP, Altura Total - HT, Altura do Fuste - HF, Sanidade da Árvore - SA, Qualidade do Fuste - QF e Posição Sociológica - PS) e estoques de carbono acima e abaixo do solo. O quadro 02 resume às variáveis do IFN.

Quadro 02 - Síntese das variáveis básicas e subprodutos do IFN

VARIÁVEIS BÁSICAS	SUBPRODUTOS
DAP (Diâmetro à Altura do Peito), Altura total, Altura comercial, Espécies, Amostra de solos, Fitossanidade (presença/ausência de cupins, podridões ou ocos), Classe de uso, Posição sociológica, Espessura da serrapilheira, Necromassa	Áreas de florestas, Estoque de madeira, Estoque de biomassa, Estoque de carbono, Composição do solo, Densidade do solo, Ocorrência de espécies invasoras, Ocorrência de espécies ameaçadas, Composição do solo: areia/silte/argila, Quantidade de árvores fora da floresta (AFF), Nível de degradação florestal, métricas de paisagem, Teor de carbono do solo, Estoque de carbono do solo, Área de outras classes de uso da terra

Fonte: SBN/IFN, 2019. **Org.:** CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2019.

Assim, os inventários na vegetação (métodos indiretos) podem estabelecer relações com fórmulas matemáticas e regressões para a constituição de estimativas da quantidade de carbono por área, parcelas ou nível de talhão (NOGUEIRA, 2008; SILVEIRA *et al.*, 2008). O uso do Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informação Geográfica - SIGs tem proporcionado maior eficácia na constituição, organização do quantitativo e representação dos estoques de carbonos em fragmentos de vegetação, no espaço geográfico (Silveira *et al.*, 2008). A pesquisa de Nogueira (2008) utilizou o SIG na metodologia para a organização e análise de dados de tipos de vegetações pretéritas e a biomassa original para Amazônia brasileira. Além disso, propôs uma nova fórmula para a utilização somente do diâmetro, no levantamento florestal em campo, para o cálculo dos estoques de carbono.

Nesse contexto, autores e instituições tem se dedicado na ofertado de informações técnico-científicas relativos aos estoques de carbono em diversos ambientes no planeta. Como exemplo, Mir *et al.*, (2021), que tiveram como objetivo quantificar os estoques de biomassa e carbono em fragmentos florestais nas montanhas de Meghalaya, nordeste da Índia, sendo encontrada a média de 5,7 Mg C ha⁻¹ em vegetações naquela região. Menezes *et al.*, (2021) analisaram estoques de carbono na caatinga, Brasil (estados de Pernambuco, Ceara, Piauí e Sergipe), e como resultados apresentaram as médias de 124,76Mg C ha⁻¹ para uma vegetação densa e 86,2 Mg C ha⁻¹ para cobertura vegetal aberta, todas amostras em vegetação decídua. Ainda no nordeste brasileiro, foram quantificados 4,5, 21 e 127 milhões de toneladas de carbono armazenadas acima do solo, para os estados de Sergipe, Rio Grande do Norte e Ceará, respectivamente (IFN, 2016; 2017).

Em geral, a literatura científica baseia-se em estoques de carbono para mercados e aplicações de políticas públicas. Outro procedimento é o cálculo do desmatamento evitado, ou seja, na ausência de determinado projeto quanto seria evitado o desmatamento ou de perda dos estoques de carbono? (FEARNSIDE, 2018). Além disso, a “pegada de carbono” configura como um artifício para mensurar a quantidade de emissão de CO₂ em determinado ciclo de um sistema produtivo, seja energético, agrícola, construção civil, entre outros (CARMO, *et al.*, 2016).

Nesse contexto, o protocolo de Quioto, realizado em 1997, na Conferência da COP - 3, estabeleceu regras para a quantificação dos estoques de carbono revertidas em créditos. O protocolo instituiu o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL, que permite que países desenvolvidos contribuam para os projetos em nações em desenvolvimento, com a finalidade de reduzir os GEE (MOREIRA; GIOMETTI, 2008). Um crédito de carbono equivale a cada tonelada de CO₂ armazenada ou não emitida na atmosfera, negociada no mercado internacional, sendo quantificada e regulamentada pela Redução Certificada de Emissão - RCE e analisada pela equipe interministerial do Conselho Executivo. Os países desenvolvidos podem realizarem a compra do RCE de nações em desenvolvimento, para certificar suas obrigações. Em geral, o escopo da MDL apresenta um conselho executivo que é responsável pela emissão do RCE (BRASIL, 2012).

As etapas para o MDL consistem: I composição do documento da concepção do projeto; II - validação da proposta, aprovada pelos grupos de trabalhos competentes e o conselho executivo; III - monitoramento, verificação e a certificação das reduções do GEE; IV - liberações dos RCE ou créditos de carbono (GOMES NETO, 2012).

Esse conjunto de análises formam a base para o cálculo do PSA, que tem como finalidade recompensar aos provedores dos serviços ambientais recursos financeiros para a promoção da conservação da natureza (SAAD, 2015). O PSA teve como gênese a conciliação dos aspectos da economia vinculado a ecologia, às concepções do “ecológico-economia” na década de 1990 (CONTANZA, 1991; BRAAT; GROOT, 2012). Além de desenvolver a concepção do valor, ainda que sejam não econômicos, dos serviços prestados pela natureza, podem atuar nas isenções fiscais, subvenções sociais e econômicas (assistencial ou cultural sem fins lucrativos) (SOBRINHO *et al.*, 2019).

A vinculação da economia com a ecologia gerou debates na comunidade científica, principalmente na relação do PSA com as teorias econômicas neoclássicas do utilitarismo, que tem como princípio a chama-se de útil ao que atenda a necessidade ou ao interesse do homem (teoria da segunda metade do século XVII) (ARAÚJO; MORAES, 2019). Uma convergência que distância das essências teóricas originárias de John Muir (1838-1914), que compreendia a preservação nos princípios embasados na beleza cênica, espírito selvagem e quase intocável da natureza. A presente pesquisa compreende o PSA como uma abordagem da relação mais harmoniosa entre a sociedade, natureza e as questões econômicas, sendo o homem como integrante ao meio, não apartado. Uma concepção que se aproxima de uma perspectiva de uma “Geografia Socioambiental” (ROSS, 1995; MENDONÇA, 2001).

Além disso, a valorização, no contexto ambiental, também pode ser entendida como um “conjunto de processos destinados a recuperar zonas degradadas ou a requalificar espaços naturais desvalorizados” ou até mesmo valorizar o que ainda não foi degradado pelo homem, sendo que uma das vertentes do entendimento da avaliação configura-se como a identificação de valores da natureza (ARAGÃO, 2011). Como exemplo temos o estudo de Moreira (2015) que, entre outras abordagens, identificou valores da biodiversidade e de áreas naturais na bacia hidrográfica do rio Paraopeba, Minas Gerais, Brasil.

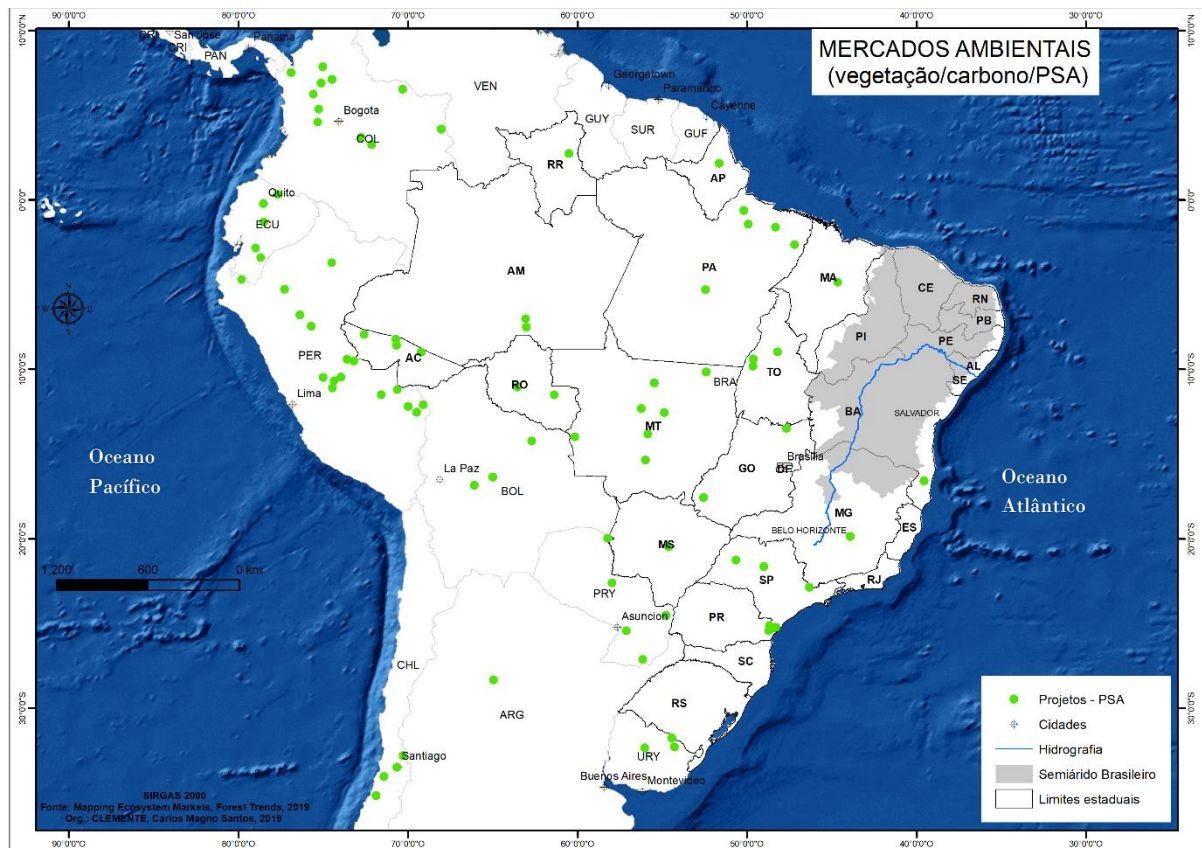
Nesse contexto, estudos sobre a valoração dos recursos naturais tiveram um aumento significativo, principalmente ocasionados pela ampliação dos debates ambientais (ACHARYA *et al.*, 2019). Os países mais bem ranqueados, em relação aos números e as publicações relativas aos serviços ambientais florestais, foram na Europa Ocidental (Inclui o Reino Unido), EUA e China. Países com baixa renda detêm expressivos desafios para a divulgação desta temática. A maioria dos estudos envolvendo os serviços ambientais concentram-se nas abordagens sobre os estoques e sequestro de carbono e regulação do clima (ACHARYA *et al.*, 2019). O estudo de Acharya *et al.*, (2019) analisou 320 publicações em

dez biomas mundiais. O Brasil apresentou vinte e duas publicações, um número modesto ao considerar a expressiva biodiversidade do país.

Com o intuito de identificar os projetos de mercados ambientais em todo mundo, a *Forest Trends* lançou uma plataforma para melhoria do acesso às informações e à conexão entre as propostas. A instituição mapeou um total de 4.587 propostas até agosto de 2019, em uma área aproximada de 504.631.593 ha, que abordaram nos projetos recursos financeiros voltados para a conservação, a restauração ou o manejo da biodiversidade. Em relação aos projetos de carbono/vegetação relacionadas aos mercados ambientais, foram mapeadas um total de 391 propostas. O Brasil apresentou 38 projetos cobrindo uma área de 77.317.331 ha (Figura 03).

No estado da Bahia foi identificado um projeto envolvendo floresta, vegetação, carbono e PSA, no município de Itabela (BA), litoral Sul baiano. Esse projeto é coordenado pela instituição *Forest Credits*, programa *Rainforest Concern*, que se localiza na Inglaterra e envolve a comunidade, a conservação da biodiversidade e os estoques de carbono. No Maranhão foi apresentado um projeto; e em Minas Gerais foram identificados projetos no município de Extrema e norte do município de Belo Horizonte. Vale ressaltar que no semiárido brasileiro e no bioma caatinga não foram identificados projetos (vegetação, carbono e PSA) (Figura 03). Para constituição da plataforma, a *Forest Trends* coletou dados por meio de pesquisas, banco de dados de instituições governamentais sobre mercados de carbono ou por uma plataforma colaborativa ou metodologia de mapas colaborativos e não contempla todos os projetos do mundo de vegetação, carbono e PSA (FOREST TRENDS, 2019). Porém, o banco de dados é um relevante indicador de concentrações de projetos por regiões (Figura 03).

Figura 03 - Propostas de mercados ambientais (vegetação/carbono/PSA)



Fonte: Adaptado de Mapping *Ecosystem Markets, Forest Trends, 2019* (vegetação, carbono e PSA). A plataforma não compreende todos os projetos do mundo, sendo uma amostra.

O governo da Costa Rica, baseado no princípio da compensação financeira, despertou para as questões do PSA na década de 1990. Em 1996, criou a lei 7.575 e implementou o Fundo de Financiamento Florestal em 2007. São ações resultantes da Rio 92 e das atribuições da Cúpula da Terra (FOLETO; LEITE, 2011). Esta foi uma atuação que resultou em inúmeros benefícios para conservação da biodiversidade e para qualidade de vida da sociedade. No Brasil, uma das primeiras iniciativas sobre o PSA foi o projeto denominado Proambiente, desenvolvido na plataforma da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Monitoramento por Satélite, juntamente com Indiana *University*, Instituto de Pesquisas da Amazônia - IPAM e o Sistema de Proteção da Amazônia - SIPAM (EMBRAPA, 2019). Vale registrar que os movimentos sociais podem ser relevantes para a mobilização de comunidades e para capilarizar as ações na esfera social (JESUS, 2019).

Foram identificadas trinta e três propostas iniciais e instituídas sobre o PSA até o ano de 2012 no Brasil (SANTOS *et al.*, 2012). Em 2011, por meio da lei nº 12.512, foi estabelecido o Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais ou Programa Bolsa Verde, com o objetivo de incentivar a

conservação da biodiversidade e amenizar as desigualdades sociais. O programa se insere na agenda do Ministério do Meio Ambiente, sob a Gerência de Gestão Socioambiental. Ele tem como instrumento monetário o repasse de R\$ 300,00 (a cada três meses, por dois anos) para produtores rurais localizados em áreas de conservação ambiental (BRASIL, 2011).

A lei nacional nº 12.187 de 2009 sobre a mudança do clima, destaca que pessoas ou comunidades que contribuam com os estoques de carbono em suas propriedades poderão ser remuneradas por isso. Para impulsionar o PSA, por meio do decreto 8.576/2015, a comissão nacional do Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal *Plus* - REDD+, apoiado pela Câmara Consultiva Temática de Captação e Distribuição de Recursos Não Reembolsáveis - CCT/CDRNR, apresentou normatizações para remunerações no contexto do programa internacional. A proposta foi baseada em níveis de referências de emissões de carbono, como exemplo, mapas de estoques de carbonos para serem submetidos a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – UNFCCC, a remuneração, por meio REDD+. Compreende a essência do envolvimento de projetos do Brasil na esfera internacional, com a transferência ou a constituição de fundos oriundos dos países desenvolvidos, sendo que, os Estados Nações do primeiro escalão poderão somar em suas pautas saldos positivos dos compromissos das mudanças do clima (BRASIL, 2016).

Em janeiro de 2021 foi aprovada a lei 14.119 no Brasil, referente a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, que “define conceitos, objetivos, diretrizes, ações e critérios de implantação da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais – PNPSA”. Além disso, estabelece o Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais - CNPSA e o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais – PFPSA e critérios para os contratos de PSA (BRASIL, 2021). E para operacionalizar as ações relativos aos PSA, foi instituído o Programa Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais - Floresta+, vinculado a plataforma governamental do Ministério do Meio Ambiente – MMA.

O governo do estado da Bahia instituiu a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, que “aplica-se às pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que voluntariamente atuem como provedores, pagadores ou mediadores de serviços ambientais ou serviços ecossistêmicos” (BAHIA, 2015). Além disso, o programa contém um subprograma relativo ao sequestro e estoque de carbono como serviços ambientais para regulação do clima:

O Subprograma de Captura e Sequestro de Carbono - SCSC tem como finalidade promover os serviços ambientais que possuam a capacidade de fornecer os serviços ecossistêmicos de sequestro e captura de gases de efeito estufa, com o objetivo de manter e aumentar as reduções progressivas e os estoques de carbono, incluindo as atividades relacionadas ao desmatamento e degradação evitados, conforme disposto em Regulamento (BAHIA, 2015, p.10).

Na escala municipal o pioneirismo de PSA coube à municipalidade de Extrema (MG) por meio da concepção, em 2005, de um programa vinculado à conservação dos recursos hídricos, principalmente pelos impactos dos mananciais ao abastecimento de água do sistema Cantareira, São Paulo. O município de Rio Claro, localizado no estado do Rio de Janeiro, teve como objetivo a remuneração financeira para os produtores rurais que recuperasse a cobertura vegetal nativa, isso vislumbrando o aumento da oferta de recursos hídricos para a sociedade e a manutenção da biodiversidade (FOLETO; LEITE, 2011).

Apesar de apresentar avanços de projetos no mercado de carbono, a América Latina e o Caribe ainda se encontram abaixo da média global em relação a comercialização, alcançando \$4.0/ toneladas - tCO₂, em média, enquanto a média global é de \$5.2/tCO (HAMRICK, 2017). De acordo com o mercado de investimento do carbono, em agosto de 2019, a tonelada apresentou o valor de 26,75 euros ou aproximadamente, R\$ 119,52 ou 29,99 dólares americano (INVESTING, 2019). São valores conservadores em relação às metas do acordo de Paris, que prevê intervalos de precificação dos estoques de carbono entre US\$ 40 tCO₂ a US \$ 80 / tCO₂ até 2020 e o alcance de US\$ 100 / tCO₂ até 2030. Os valores abaixo de US\$ 40 tCO₂ dificilmente alcançarão as metas internacionais. Porém, alguns exemplos de iniciativas apresentam-se dentro do intervalo proposto no acordo. Exemplificam-se os impostos sobre o carbono na Finlândia com US\$ 70/ tCO₂, Noruega US\$ 59/ tCO₂ e França US\$ 50/ tCO₂ (WORLD BANK GROUP, 2019). Atualmente, o Banco de Dados de Avaliação de Serviços de Ecossistemas (sigla em inglês ESVD) apresenta uma gama de informações em escala mundial, sobre estimativas monetárias para a valoração dos serviços ambientais ou ecossistêmicos (GROOT et al., 2012). O ESVD contém um banco de dados relacional, que vincula informações de publicações científicas com valores e indicação das áreas dos estudos, isso facilita a conexão dos valores com os biomas desejados pelo pesquisador (GROOT *et al.*, 2012).

Outra proposta destacada por Sobrinho *et al.* (2019) refere-se os PSA's baseados em criptomoedas aplicados na bacia hidrográfica do Rio Jundiaí. Os autores reforçam a concepção de uma plataforma tecnológica de *blockchain* para uma criação da criptomoeda nomeada "Aqua". O autor entende a moeda como um instrumento de troca e a criptomoeda pode se distanciar dos impactos das flutuações dos mercados nacionais. Para os autores, o

PSA configura-se como estratégias de compensação financeira para maximizar a conservação da natureza.

No município de Rio Claro, estado do Rio de Janeiro, Brasil, as geotecnologias foi um relevante instrumento para gestão de projeto PSA intitulado “Produtores de Água e Floresta” (IMPROTA *et al.*, 2020). O conjunto de técnicas para análise do espaço geográfico foi eficiente para auxiliar na gestão desse programa, principalmente nas trocas de informações entre os gestores por meio da geovisualização (IMPROTA *et al.*, 2020). Além disso, o uso das geotecnologias no projeto caracterizou pelo seu baixo custo e uma interface amigável de manipulação de dados e informações (IMPROTA *et al.*, 2020).

A instituição *Carbon Pricing Leadership Coalition* – CPLC (2020) defende o fortalecimento do mercado do carbono, pois ocasionam, em geral, benefícios triplos, a proteção ambiental com aumento dos estoques de carbono, incremento das tecnologias renováveis e a elevação da renda desvinculada de práticas predatórias da natureza. A CPLC conta com pesquisadores e líderes governamentais, empresas, IES, Organizações Não Governamentais – ONGS - comprometidas para melhorias de metodologias e valores da precificação do carbono.

Entretanto, vale registrar que a valoração monetária da natureza não poderá ser a única ferramenta para a conservação da biodiversidade, este artifício deve ser acrescentado a outros instrumentos, como por exemplo, o planejamento territorial (GROOT *et al.*, 2012). Também, uma conjuntura educacional do meio ambiente eficiente e a conscientização dos gestores públicos da relevância do PSA. Além disso, as decisões verticalizadas e ineficientes podem ocasionar traumas para as populações locais ou tradicionais. Certamente, não adiantará a aplicação do PSA em uma bacia hidrográfica com uma estrutura política fragilizada.

Além disso, exercícios de formulações de possíveis cenários de riscos ou preditivos são importantes fatores para a implementação de projetos PSA. Principalmente pelas limitações na utilização da natureza para fins de subsistência (limitando inclusive os aspectos culturais), reduções dos postos empregatícios agrícolas na zona rural, atração de grandes investidores, especulação nos terrenos rurais, um mercado de carbono em baixa, entre outros fatores adversos (FOREST TRENDS, 2008). Também, o pouco peso em decisões políticas, o conhecimento raso sobre PSA pelos gestores públicos e a forte pressão dos mercados tradicionais são desafios para implementação desta abordagem ambiental (COSTANZA *et al.*, 1997).

A abordagem da PSA também promove diferentes interpretações e críticas, em especial, as críticas das formulações da Economia para a natureza e o "paradigma da modernização ecológica". A abordagem econômica na ecologia foi criticada por não pressionar por mudanças na lógica do sistema econômico hegemônico, promovendo uma "comodificação" da natureza. Em relação ao "paradigma da modernização ecológica", vincula-se o termo ao desenvolvimento sustentável, como menciona Blanco (2013):

[...] Em nível internacional, a difusão do paradigma de Modernização Ecológica nos espaços de negociação promovidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), conferindo centralidade aos mecanismos de mercado e à inovação e transferência de tecnologias como elementos de uma reforma ecológica. Em nível nacional, a necessidade de legitimar uma "modernização tecnológica" para setores da economia brasileira (em especial, o setor energético), sem influir, contudo, sobre aspectos de uma política maior de caráter desenvolvimentista (BLANCO 2013, p.51).

Nesse contexto, os serviços ambientais, estoques de carbono e o PSA são mecanismos inseridos nas discussões e aplicações das plataformas das políticas sobre as mudanças do clima.

2.3 Política sobre as mudanças do clima

Na primeira metade do século XX, 1909, foi realizado o I Congresso Internacional para a proteção da natureza em Paris. Quarenta e um anos depois, o retorno das discussões ambientais foi realizado na Conferência Internacional sobre a utilização e Conservação dos Recursos Naturais (MOREIRA, 2015).

A bipolarização do pós-guerra, as transformações industriais, os modos de produção e o fordismo foram os temas principais dos desafios das agendas ambientais nas três décadas após a II Guerra Mundial. Esses fatores foram basilares para os debates da Conferência da Biosfera de Paris (1968) realizado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e Cultura - UNESCO e para a constituição do relatório “*Limits to Growth*” (limites do crescimento) de Meadows *et al.*, (1972) (MOREIRA, 2015). De acordo com John McCormick (1992), as redações dos autores Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Randers e William W. Behrens I de 1972 enquadraram-se na categoria “Profetas do Apocalipse”, que apresentavam cenários ambientais futuros pessimistas em suas obras (OLIVEIRA, 2012).

Em 1972, foi realizada a conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente ou Conferência de Estocolmo, sendo o marco internacional para as discussões e aspectos norteadores para a consolidação da política ambiental no mundo (MOREIRA, 2015). A conferência teve como origem a resolução do Conselho Econômico e Social das Nações Unidas, que escolheu a Suécia como sede, tendo como seu presidente Ingemund Bengtsson, contando, ainda, com a participação de vinte e sete países (MINISTÉRIO DO INTERIOR, 1972).

Nesse momento histórico foi constituída a declaração de Estocolmo, contendo nove princípios que destacou a população humana como construtora do meio que a cerca, os aspectos artificiais e naturais cernes para o bem-estar da humanidade, compartilhamento das responsabilidades ambientais para os povos e os governantes e a diminuição das disparidades dos países industrializados em relação às nações em desenvolvimento (ONU, 1972). Chama-se a atenção para a insensatez dos seres humanos relacionada a “ignorância ou indiferença, que podem causar danos imensos e irreparáveis ao meio ambiente da terra do qual dependem a vida e o bem-estar” (ONU, 1972).

Entre outras atuações do Brasil na Conferência de Estocolmo, destaca-se a sua participação na presidência da III Comissão, liderada pelo diplomata Carlos Calero Rodrigues, focada na temática poluição e de atuações das institucionais internacionais. Uma

das recomendações dessa comissão foi a ampliação do número de membros para 54 (MINISTÉRIO DO INTERIOR, 1972). Porém, apesar de focar no tema poluição, a atuação do Brasil foi controversa, como exemplo, a frase oriunda da comitiva brasileira: “se a poluição é o preço do desenvolvimento, estamos dispostos a pagá-lo” (STEENBOCK, 2018). Nessa época, o Brasil passava pela Ditadura Militar. Um discurso que foi reavivado em 2018-2021, porém com uma perspectiva de degradação ambiental.

Em 1983, foi fundada, pelo secretário geral da ONU, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, setor coordenado pela norueguesa Gro Harlem Brundtland e assegurado pela assembleia geral da ONU. Nesse cenário foi instituído o Painel Intergovernamental sobre Mudanças do clima – IPCC, em dezembro de 1988 (IPCC, 2019; ONU, 2019). O IPCC foi fundado pela ONU juntamente com a Organização Meteorológica Mundial e tem como intuito realizar revisões e recomendações relativas às mudanças do clima, impactos socioeconômicos nas alterações do clima, estimativas em escala mundial sobre a saúde do clima, entre outros. Em geral o órgão tem natureza dual, com características políticas e científicas, envolvendo um expressivo contingente de cientistas que colaboram para a divulgação dos relatórios, sendo os documentos publicados nos anos 1990, 1995, 2001, 2007, 2014 e 2019 (BRASIL, 2004; LEITE, 2015, IPCC, 2019). Outro tratado foi o de Montreal em 1987, que apresentou preocupações em relação à destruição da camada de ozônio (BRASIL, 2004). No Brasil, o pesquisador Carlos Afonso Nobre teve participação ativa nos relatórios do IPCC, como exemplo, a contribuição no quarto relatório do ano de 2007, que foi premiado pelo “The Nobel Foundation (Prêmio Nobel da Paz)”.

E vinte anos após Estocolmo foi realizada a ECO 92, na cidade do Rio de Janeiro/Brasil, de 03 a 04 de junho do ano de 1992. O relevante encontro teve como objetivo renovar e tornar mais igualitária a cooperação ambiental e socioeconômica entre os Estados nacionais (RAMID; RIBEIRO, 1992). A declaração do Rio de Janeiro teve como principais aspectos os seres humanos e o desenvolvimento sustentável, bem como, a harmonia entre a sociedade e a natureza, vislumbrando a qualidade de vida de populações presentes e de futuras gerações. Também, a erradicação da pobreza, a diminuição das disparidades socioeconômicas regionais, políticas demográficas sustentáveis, integração popular nas agendas ambientais, eficácia das legislações ambientais nos países, as responsabilidades dos poluidores, a importância das mulheres na conjuntura ambiental, a incorporação das populações indígenas e dos jovens no desenvolvimento e gestão ambiental, o antagonismo das guerras para conservação da natureza e a conformidade das ações dos Estados com a Carta das Nações Unidas (RAMID; RIBEIRO, 1992). Todo o conjunto de atributos foram sistematizados em

documentos relativos as mudanças do clima e da desertificação, a Carta da Terra e a Declaração sobre as Florestas.

Em 1992, negociações sobre as mudanças do clima foram de maiores complexidades e dificuldades, principalmente, com relação às nuances políticas e econômicas, oriundas dos Estados Unidos da América – EUA - e do Japão (NOVAES, 1992). Nesse cenário as exigências eram remetidas aos países de maiores emissões de GEE, como argumenta o autor:

Como pensar em fixação de níveis e datas para reduzir emissão de poluentes, se poucas semanas antes da abertura da Conferência do Rio de Janeiro a Presidência dos Estados Unidos dera a vitória ao Escritório de Qualidade liderado pelo vice-presidente Dan Quayle, em sua disputa com a Agência de Proteção Ambiental, na questão do aumento de poluentes da atmosfera? A EPA exigia que as indústrias poluidoras continuassem obrigadas a comunicar em audiências públicas seus aumentos na emissão de poluentes. Quayle argumentava que, numa hora de recessão e desemprego, era prioritário aumentar a produção, ainda que a certos custos ambientais. Ganhou Quayle (NOVAES, 1992, p. 80).

Os desdobramentos da ECO 92 desencadearam na consolidação sistêmica (conversões sobre a diversidade Biológica e a Convenção de Combate à Desertificação) envolvida no contexto do “*Rio Earth Summit*”. Também, nesse momento histórico, foi estabelecido um tratado internacional, em 21 de março de 1994, no conjunto da convenção da ECO 92, nomeada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - UNFCCC. Foram estabelecidos compromissos como a constituição de inventários nacionais sobre GEE, ações regionais para redução das mudanças do clima e o repasse de apoios financeiros e tecnologias para as nações em desenvolvimento oriundas dos países desenvolvidos (UNFCCC, 2019). Nessa plataforma foram constituídas as Conferências das Partes - COP’s.

A COP é um órgão superior ou supremo da UNFCCC e tem como agendas reuniões anuais, sendo a primeira COP realizada em Berlim, Alemanha, no ano de 1995 (Figura 02). Os objetivos da COP são: acompanhar os compromissos selados nas reuniões; desenvolver e orientar metodologias relacionadas à GEE; analisar relatórios que contribuam para alternativas para os GEE’s e os estoques de carbono (UNFCCC, 2019). A COP é uma plataforma para propor mecanismos para operacionalizar ações sobre as mudanças do clima, relativos aos países integrantes, bem como, outras instituições mundiais.

Em suma, o IPPC configura-se como uma instituição independente que, entre outras ações, fornece relatórios técnicos científicos e aspectos norteadores políticos para mitigar os efeitos das mudanças do clima. O UNFCCC age em cooperação técnico-científica com o

IPCC, sendo também recomendados aos países membros do UNFCCC destinações financeiras ao IPCC. Isso fica evidente no regulamento do UNFCCC, que prevê estreitamentos com o “Painel Intergovernamental sobre Mudanças do clima, isso para assegurar que o Painel possa responder à necessidade de orientação científica e técnica objetiva”. O quadro 03 resume os principais órgãos e iniciativas mundiais sobre as mudanças do clima (UNFCCC, 2019).

Quadro 03 - Principais plataformas mundiais sobre mudanças do clima

NOME	HISTÓRICO	ATUAÇÕES
Painel Intergovernamental sobre Mudanças do clima – IPCC	Criado pela ONU juntamente com a Organização Meteorológica Mundial, em 1988. Uma instituição independente.	Recomendações relativas às mudanças do clima, aos impactos socioeconômicos nas alterações do clima.
Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - UNFCCC	Tratado internacional criado em 1994 no contexto da convenção da ECO 92	Realizar revisões e recomendações relativas às mudanças do clima.
Conferências das Partes - COP	Primeira reunião realizada em Berlim, Alemanha, em 1995.	Um órgão superior das questões relacionadas à UNFCCC. Mecanismo para operacionalizar as ações do UNFCCC.

Fonte: UNFCCC, 2019. **Org.:** Clemente, Carlos Magno Santos, 2019.

Um marco norteador de ações para a diminuição dos GEE foi o protocolo de Quioto em 1997 (formalizado na COP – 3 e aberto para assinatura em março de 2008), entre outros temas, foram destacados os seguintes pontos: a elevação da eficiência energética; aumento dos estoques ou sumidouros de carbono. O primeiro compromisso, de 37 países e o bloco europeu, do protocolo foi a redução de 5% de teores de carbono, entre os anos de 2008 a 2012, em relação aos valores de 1990, e posteriormente, firmou-se a meta de 18% abaixo dos níveis do ano de 1990 (SENADO FEDERAL, 2004). O Brasil aprovou as normativas do protocolo de Quioto, por meio do decreto legislativo nº 144 de 2002 (BRASIL, 2019).

Em 2005 foram iniciadas as discussões do programa Redução de Emissões Desmatamento e Degradação Florestal – REDD - na COP 11 (Montreal) e na COP - 13, em 2007, foi consolidada proposta. O REED teve como objetivo operacionalizar os incentivos para a redução do desmatamento e degradação da vegetação nativa nos países em

desenvolvimento (PARKER *et al*, 2009). Na COP – 16, realizada em Cancún México, em 2010, foram inseridas as disposições sobre os sequestros, os estoques de carbono e as metodologias para linhas de bases. Os artifícios das modelagens ambientais envolvendo o desmatamento, a inserção de populações tradicionais e as emissões de GEE foram dispostas nos anseios do fórum da REDD + ou plus (PARKER *et al*, 2009; MEDEIROS, 2011).

O Brasil lançou a estratégia para REDD+ em 2015, que teve como objetivo geral “contribuir para a mitigação da mudança do clima por meio da eliminação do desmatamento ilegal, da conservação e da recuperação dos ecossistemas florestais e do desenvolvimento de uma economia florestal sustentável de baixo carbono, gerando benefícios econômicos e socioambientais” (BRASIL, 2016, p. 21). Com metas planejadas para alcance em 2020, teria o propósito de conectar estruturas políticas em níveis municipal, estadual e federal, fortalecer o monitoramento dos biomas brasileiros e atenuar os GEE embasados nos parâmetros do REDD+, alinhado com o acordo de Paris (BRASIL, 2016).

O acordo de Paris foi assinado por 195 países, na 21ª COP, em 2015, e teve como compromisso reduzir os GEE e limitar o aumento da temperatura em até 1,5. Em 12 de setembro de 2016, o Brasil submeteu a proposta à UNFCCC, comprometendo-se em reduzir até 43% do GEE para 2030 (em relação ao valor de 2005), também aumentar 18% do uso da bioenergia sustentável, a restauração de 12 milhões de hectares de vegetação nativa, o aumento da matriz energética renovável em até 45%, entre outros (MMA, 2019-b). Em 2018, a gestão presidencial apresentou resistência em relação ao acordo, porém foi aceito no ano subsequente. Autores como Ferrante; Fearnside (2019) destacam as decisões da gestão presidencial do Brasil (2019 - 2022), como um enfraquecimento da estrutura ambiental do país e o desconhecimento, ou a pouca importância, das plataformas e políticas internacionais em relação as mudanças do clima. Além disso, o fortalecimento de uma discussão negacionista em relação a ciência, um exemplo é a negação da atuação antropogênica das mudanças do clima (FEARNSIDE, 2019).

No ano de 2018, a reunião da COP foi realizada na Polônia (Katowice) e contou com a participação de aproximadamente 200 nações. Em 2019 o Chile foi selecionado como sede da reunião da COP, porém submeteu a sua desistência em outubro do mesmo ano. Vale registrar que o Brasil protocolou a sua desistência em concorrer como sede do encontro internacional no ano de 2019. A COP – 25 no ano de 2019 foi realizada em Madri (Espanha) e a COP – 26 foi adiada para o ano de 2021, por causa da pandemia do Coronavírus. A Figura 04 resume a linha do tempo das realizações das COP’s.

Figura 04 - Linha do tempo das reuniões da COP



Fonte: Adaptado de MMA, 2019-a.

Entre outros acontecimentos históricos relevantes, ressaltam-se as Metas do Milênio, proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, no ano de 2001, no âmbito da cúpula mundial sobre o desenvolvimento sustentável e o Rio+20, em 2012 (MOREIRA, 2015). Esse último evento ocorreu 20 anos após a ECO 92, contribuindo para metas que envolviam a sustentabilidade, a erradicação da pobreza e uma estruturação de instituições para o desenvolvimento sustentável, com a frase “O Futuro que Queremos”. Entre os principais capítulos desse documento, apresentam-se a importância dos serviços prestados pela vegetação nativa e carbono, fundamentais para regulação do clima e da manutenção da biodiversidade (FERREIRA, 2012).

Em relação a lei nacional nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC- focou em realizar a diminuição dos GEE, o fortalecimento dos sumidouros de carbonos, a proteção do sistema climático, o estabelecimento de linhas de créditos para mercados de carbono, o monitoramento do clima, o enquadramento da política internacional, entre outras. Também, instituiu o Fundo Nacional sobre a Mudança do Clima - FNMC, programa vinculado ao Ministério do Meio Ambiente - MMA - que tem como intuito apoiar financeiramente projetos ou propostas que atenuam as

mudanças do clima (BRASIL, 2009). O fundo é regulamentado pelo decreto federal 7.343/2010 e tem como recursos oriundos das fontes energéticas (60%), doações por instituições internacionais, nacionais e de iniciativa privada, entre outros. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES - apoia projetos de mudanças do clima do FNMC, sendo propostas dez modalidades: mobilidade urbana; cidades sustentáveis e mudança do clima; máquinas e equipamentos eficientes; energias renováveis; resíduos sólidos; carvão vegetal; florestas nativas; gestão e serviços de carbono; e projetos inovadores. O orçamento anual – FNMC - é, em média, de R\$ 560 milhões, de acordo o Orçamento Geral da União - OGU - acessado por meio de editais lançados pelo comitê gestor, disponibilizado no site do MMA (MMA, 2019).

Outros fundos e projetos são disponibilizados no âmbito nacional e internacional como: Fundo Amazônia; Programa de Adaptação para o Pequeno Produtor – ASAP; *Acumen*; Fundo Canadá para o setor privado nas Américas - C2F; *Green Climate Fund* - GCF/ Fundo Verde para o Clima; *Forest Carbon Partnership Facility* -FCPF; BioCarbon Fund – BCF; Canadá *Climate Change Program* –CCCP; entre outros (MMA, 2019).

2.4 Conservação/preservação da natureza e os aspectos jurídicos sobre a vegetação

O homem é parte do meio em que vive desde o primórdio de sua evolução, entretanto a forma de interferência na natureza se intensificou no decorrer dos séculos, principalmente com o uso dos componentes naturais para fins de mercadoria, de maneira exacerbada (DIEGUES, 1994; MOREIRA, 2015). Assim, a industrialização, a mecanização e o adensamento dos centros urbanos, consequências da Revolução Industrial, trouxeram em si uma intensificação da interferência do homem nos sistemas naturais, de maneira agressiva. Essa modificação pôde ser percebida na poluição do ar da cidade de Londres, a degradação da vegetação nativa em variadas escalas, a utilização do carvão mineral, entre outros fatores (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012; MOREIRA, 2015). A conjuntura da poluição atmosférica e desmatamento da cobertura vegetal prejudicaram os ciclos hidrológicos, biológicos, carbono e biogeoquímicos, com impactos na diminuição da biodiversidade no planeta (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Os trópicos contêm grande parte da biodiversidade do planeta, com 75% dos anfíbios, 91% de espécies de aves, com fitofisionomias de vegetação úmidas e secas, entre outras categorias da biodiversidade (BARLOW *et al.*, 2018). Também nessa faixa territorial estão estabelecidas 40% da população mundial. Apesar de toda a riqueza natural e diversidades culturais, a região se caracterizou pela expressiva pressão antrópica, com a modificação do uso dos solos, a degradação da biodiversidade e o desmatamento da cobertura vegetal (BARLOW *et al.*, 2018).

Embasado no ritmo acelerado da exploração dos recursos naturais, o engenheiro florestal Gifford Pinchot (final do século XIX e início do século XX) apresentou diretrizes para uma harmonia entre sociedade-natureza, principalmente, em contrapartida ao modelo norte americano de apropriação dos ecossistemas (MOREIRA, 2015). Os pilares da sua sustentação teórica ancoraram-se na prevenção do desperdício, na exploração dos recursos da natureza por um elevado contingente populacional e na utilização do desenvolvimento socioambiental como vertente (DIEGUES, 1994). O período supracitado foi o embrião da conceituação de termos como: desenvolvimento sustentável, áreas delimitadas para proteção da biodiversidade, gestão da natureza, entre outras abordagens atuais (MOREIRA, 2015). Também foi o momento em que a poesia conciliada com o naturismo se propagava.

Um dos principais idealizadores das redações naturistas e poéticas foi John Muir (1838-1914), que ainda quando criança apreciava a descrição das paisagens da Escócia. Na universidade, os estudos da botânica e da Geologia o interessavam com maior ímpeto (HISE, 1917). E após viajar por diferentes lugares remotos do mundo, posterior a sua formação universitária, Muir teve contribuições sobre os aspectos naturais da Califórnia e do Alasca, com as análises dos temas topográficos, da fauna, da flora e das geleiras da Sierra Nevada, durante dez anos (HISE, 1917). Os seus estudos se diferenciavam dos métodos tradicionais sistemáticos da Biologia daquele período, exemplificam-se em suas investigações, as pesquisas das relações das plantas e animais com o seu entorno ou vizinhança (HISE, 1917). O avanço do movimento conservacionista americano tem relação íntima com os trabalhos de Muir, como por exemplo, a criação da associação da Sierra Club (1892) (MOREIRA, 2015).

Assim, Pinchot e Muir sistematizaram correntes ideológicas voltadas para a conservação dos recursos naturais e da preservação da natureza. A primeira vertente preconizava o uso racional dos recursos disponíveis no meio e a última a beleza cênica, espírito selvagem, a preservação pura da natureza (DIEGUES, 1994). Em suma, Diegues (1994) afirma sobre as vertentes conservacionistas:

(...) Havia três ideias básicas no movimento conservacionista da Era do Progresso de Theodore Roosevelt: a eficiência, a equidade e a estética. De um lado, havia os que propugnavam o uso eficiente dos recursos naturais; para outros, como Pinchot, o uso adequado dos recursos naturais deveria servir como instrumento para desenvolver uma democracia eficiente no acesso aos recursos naturais. E, finalmente, havia aqueles para os quais a proteção da vida selvagem (*wilderness*) era necessária não só para se conservar a beleza estética, como também para amenizar as pressões psicológicas dos que viviam nas regiões urbanas (...) (DIEGUES, 1994, p.26).

As questões mitológicas e intocáveis dos recursos naturais tiveram apoio nas concepções religiosas do cristianismo, com a ideia de um lugar paradisíaco, o estado puro do ambiente natural, afastando-se de uma concepção entre a sociedade-natureza (DIEGUES, 1994). O entendimento de um meio separado ou sem conexão com a sociedade são exibidas nos aspectos técnicos-jurídicas da modernidade de proteção da biodiversidade, com a delimitação de áreas para a proteção de maneira integral. Em muitos casos desconsiderando povos tradicionais adaptados a esse meio, o que acarreta perdas de identidades constituídas nos territórios tradicionais (ANAYA; ESPÍRITO-SANTO, 2018).

Nesse contexto de crise ambiental, os estudos da Biologia da Conservação surgem para abarcar toda a conjuntura que envolva o amparo, a valorização e a oferta da biodiversidade e redução das atuações humanas predatórias no ambiente natural.

Principalmente para apresentar artifícios que amenizam ou previnem a extinção de espécies da flora e fauna (PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, 2001). A efetividade da legislação ambiental vigente no Brasil e no estado da Bahia são instrumentos inclusos para auxiliar na conservação da vegetação natural.

Assim, a gênese das regras de proteção da vegetação natural teve como prioridades as questões econômicas, que se sobressaíram sobre a proteção da biodiversidade. Os aspectos legais tinham como cerne a conservação da “madeira de lei” para a construção de embarcações (AGUIAR, 2009). Como exemplo, a Carta Régia de 1442 de Portugal (proteção de árvores para construção naval), o regimento do pau Brasil em 1605 (estabelece normativas para a diminuição dos prejuízos da coroa portuguesa na capitania de Porto Seguro em relação à exploração da madeira) e o regimento para os cortes de madeira de 1779 (também propunha a proibição de cortes de madeiras, exceto com fins para às construções de navios) (SANTOS, 2015). Em 1891, por meio do decreto 8.843, foi instituída a primeira reserva florestal no Acre, porém essa atuação ficou somente na “letra da lei”, ou seja, não foi implantada até o momento (MMA, 2019-a).

Em meio a uma crise da produção cafeeira no Brasil, reflexo da crise mundial de 1929, foi instituído o primeiro código florestal brasileiro, em 23 de janeiro de 1934. O documento legal apresenta vertentes de “racionalização produtiva florestal”, e apresenta na redação aspectos importantes, como a conexão da vegetação com outros componentes naturais (regime das águas, erosão, entre outros) (CARVALHO, 2016; BRASIL, 1934). A referida lei foi substituída pelo código florestal de 1965.

O código florestal da década de 1960 apresentou as bases teóricas para as Áreas de Preservação Permanente - APP's (larguras mínimas), Reservas Legais – RL's - categorizadas por biomas, manutenção da vegetação nativa em RL, distinção da RL da APP e o consórcio de grandes fragmentos de vegetação nativa entre proprietários diferentes (METZGER, 2010). Outros avanços legais ambientais, no Brasil, foram notados na segunda metade do século XX, bem como a lei 6.938 de 1981, que Institui a Política e o Sistema Nacional do Meio Ambiente, na constituição federal (apresentou no artigo 225 preciosas orientações para natureza ecologicamente equilibrada). Vale ressaltar o Sistema de Unidades de Conservação – SNUC - que “estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação” (BRASIL, 1988; BRASIL, 2000).

Após quarenta e sete anos do código florestal de 1965, foi instituída a lei 12.651 de 2012, nova versão do código. Às principais modificações em relação à lei anterior (1965) foram a diminuição das larguras de APP's (com ou sem vegetação), a constituição das áreas

consolidadas em APP's (22 de julho de 2008), sendo que pequenas propriedades até quatro módulos fiscais não são obrigatórias na recuperação de APP e a permissão da recuperação de até 50% em espécies exóticas em APP's. Às APP's de curso d'água, perene ou intermitente, variam a sua extensão para proteção, conforme a borda do canal regular, como exemplo, trinta metros de proteção para um canal com largura menor ou igual a dez metros. Em relação às nascentes uma distância de 50 metros e os lagos e lagoas naturais suas áreas protegidas obedecem a localização (urbana e rural) (BRASIL, 2012). Também foram sugeridos incentivos aos serviços ambientais, dispostos no artigo 41, inciso I, como apresenta o texto:

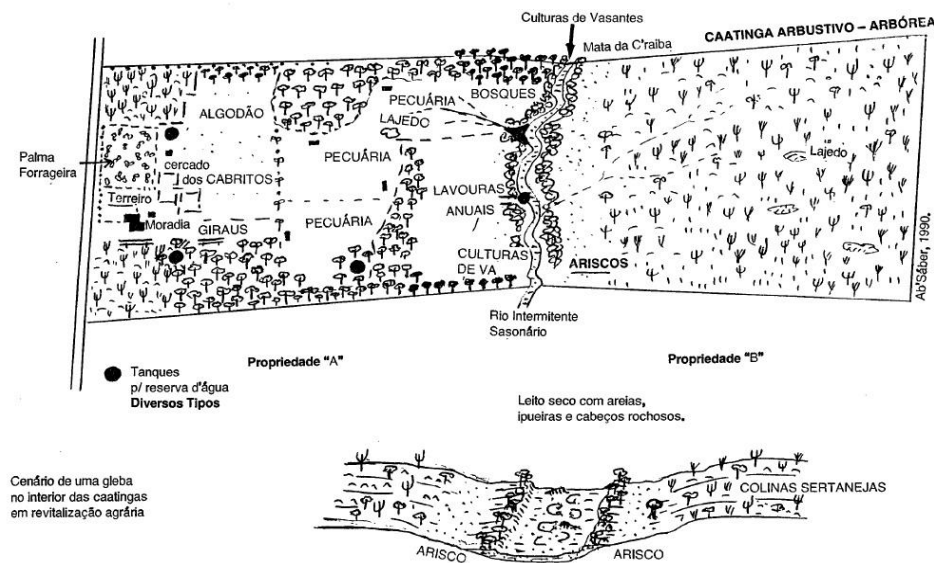
I - pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, tais como, isolada ou cumulativamente: a) o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono; b) a conservação da beleza cênica natural; c) a conservação da biodiversidade; d) a conservação das águas e dos serviços hídricos; e) a regulação do clima; f) a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico; g) a conservação e o melhoramento do solo; h) a manutenção de Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito (BRASIL, 2012, p. 19-20).

Nesse contexto, Ab'sáber (1990) apresenta um cenário para a revitalização agrária e a conservação da caatinga no nordeste brasileiro (pequenas e médias propriedades). Foram conciliados espaços agropecuários, armazenamento de água e conservação, em específico, com áreas de vegetação arbórea - arbustiva - a preservação das matas ciliares, criação de ovinos e bovinos, palmas forrageiras e o algodão. Além disso, destaca a criação de centros de pesquisas e estudos para qualificação da população do sertão e o manejo agropecuário adaptado ao semiárido do Brasil. Nos campos, poderia constituir experimentos as áreas de 2 a 5 hectares, com plantio de plantas de crescimento rápido para silvicultura e espécies nativas frutíferas ou não frutíferas. Além disso, o autor apresenta alternativas para uma gestão mais eficiente da água no semiárido brasileiro, como (Figura 05):

Dos cinco ou seis modelos de armazenamento d'água para uso doméstico existentes na região — água de beber, água para cozinha, água para meia higiene —, o maior número deles deveria ser utilizado na rústica rede dos recursos para obter e armazenar águas, no interior das glebas. Em quase toda a parte dos sertões, três ou mais das seguintes estratégias tradicionais de armazenamento podem ser aproveitadas, a saber: 1. provisionamento d'água em potões de cerâmica, por coleta na época de chuvas (com auxílio das bicas ou calhas dos telhados); 2. água para o gado em "cacimbas" com a forma de anfiteatros rasos cercados, em determinados sítios interfluviais; por meio de escarificação rasa dos solos, em pontos estratégicos do cruzamento dos "caminhos" da água (escoamento superficial); 3. poços atijolados nas margens de planícies ou poços rústicos abertos no próprio leito dos rios secos; 4. olhos d'água ou fontes situadas em cabeceiras de vales ou em piemontes de escarpas mantidas por arenitos ou calcários; 5. águas retidas em buracos de rochedos ou em alvéolos de dissolução de cabeços aflorantes de rochedos graníticos. Afora esses casos mais rústicos e generalizados existem em

locais alternados açudes públicos de especial interesse para as áreas de irrigação de jusante ou para o abastecimento das cidades sertanejas, porém impotentes para o abastecimento em área das propriedades sertanejas. Ocorrem, ainda, numerosíssimos pequenos açudes criados pelos aterros de estradas e rodovias, que deliberadamente barram canais de escoamento dos sazónanos riachos sertanejos, possuindo grande interesse para os proprietários de glebas sertanejas. E, por fim, a água extravasada dos sangradouros dos grandes açudes que podem ser úteis — conforme a operacionalização dos reservatórios — para a perenização de trechos dos rios, ou catastróficos para as tradicionais culturas de vazantes (AB'SÁBER, 1990, p. 154)

Figura 05 - Cenário para a revitalização agrária e a conservação da caatinga



Fonte: Aatoria, Ab'sáber, 1990, pg. 156.

Com isso, os avanços conceituais conservacionistas da literatura científica sobre vegetação apresentam alternativas metodológicas para formulações e aplicações de políticas públicas. E a utilização de artifícios tecnológicos para dinamizar as análises do espaço geográfico e a robustez dos resultados somam esforços para o alcance dessas melhorias, como exemplo, a utilização das Geotecnologias como alternativa para o Tratamento da Informação Espacial - TIE. Além disso, a utilização de tecnologias sociais para uma melhoria da convivência com a caatinga, bem como, com o semiárido brasileiro.

3 METODOLOGIA

A pesquisa adota a concepção de Serviços Ambientais de Fearnside (2018), que são os produtos oriundos da natureza, não físicos ou tangíveis, posicionados fora dos parâmetros dos mercados tradicionais. Essa abordagem refere-se à manutenção da vegetação natural para os estoques de carbono e conseqüentemente a regulação do clima. Além disso, vislumbra um contexto de compensar economicamente aqueles que conservam a vegetação natural e os estoques de carbono, por meio do PSA. Foram utilizados como técnicas para às análises do espaço geográfico o sensoriamento remoto e o geoprocessamento.

O capítulo metodológico foi dividido em 4 subtópicos, sendo esses: a delimitação e caracterização da área do estudo; aquisição dos dados e métodos; tratamento e extração de dados orbitais; técnicas e parâmetros para as análises no espaço geográfico da bacia e seu entorno.

3.1 Delimitação e caracterização da área do estudo

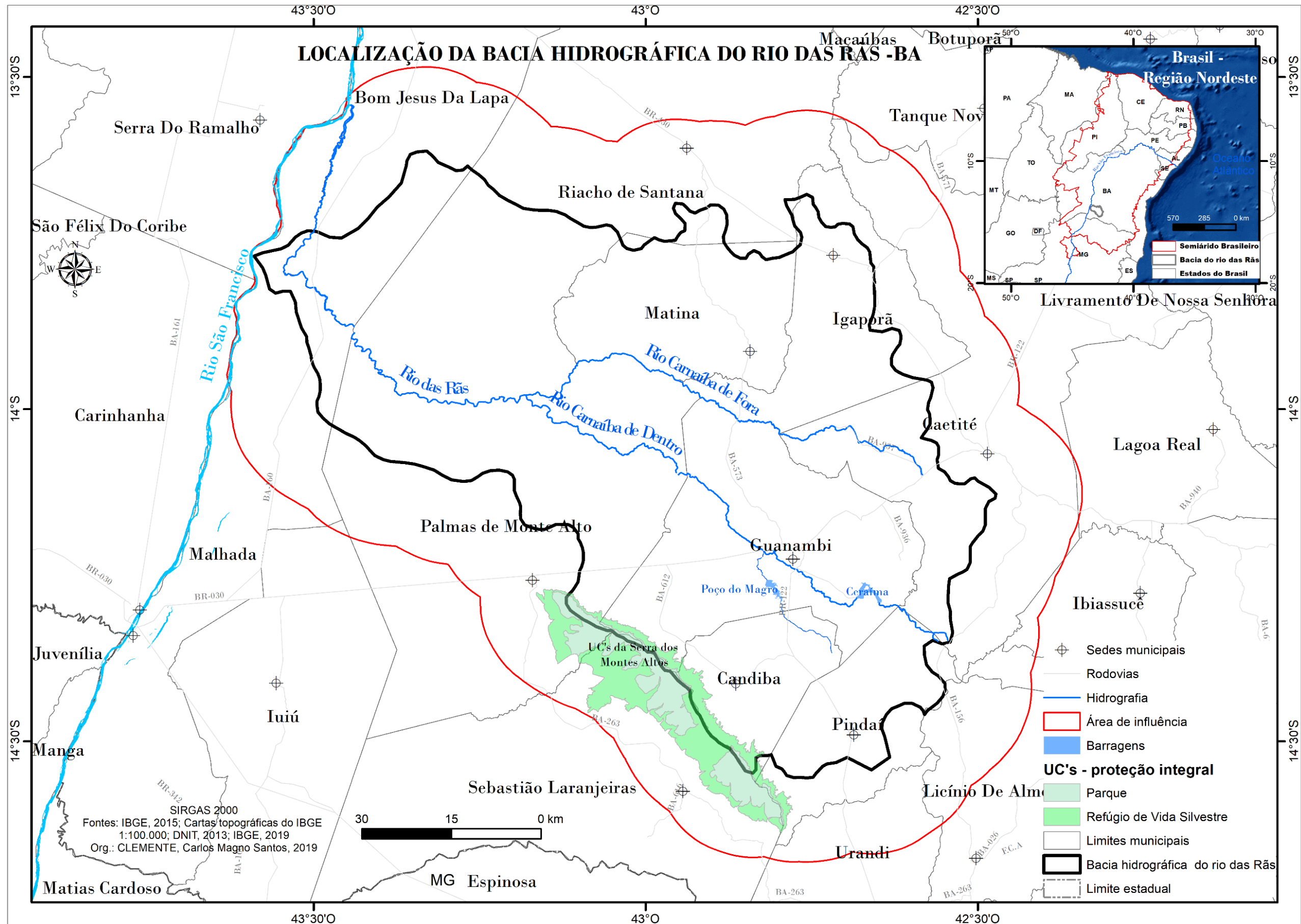
Este tópico refere-se aos principais critérios e informações geográficas referentes à delimitação e caracterização da área do estudo. Nesse contexto, foi utilizado como referência espacial e de nomenclatura a base cartográfica de Otto Pfafstetter de 2006 (ANA, 2006). A rede de drenagem é oriunda das cartas topográficas do IBGE (1980-1974) de 1:100.00 do rio das Rãs (SD-23-X-D-IV), Guanambi (SD-23-Z-B-II), Palma de Monte Alto (SD-23-X-B-I) e Riacho de Santana (SD – 23- L -III), sendo o rio das Rãs de 6° ordem.

A bacia se localiza no médio São Francisco e tem como principais drenagens os rios Carnaíba de Fora e o Carnaíba de Dentro, que ao convergirem no espaço geográfico, na municipalidade de Palma de Monte Alto, torna-se o rio das Rãs, que posteriormente deságua no rio São Francisco. A escolha pela bacia é, principalmente, pela sua síntese em relação aos atributos naturais, aos aspectos socioeconômicos, às atuações antrópicas, regionais e geográficas, que acompanharam os processos histórico-territoriais no limite natural e na sua área de influência.

Foi considerada uma distância de 14 quilômetros (procedimento *buffer*) a partir dos divisores da bacia hidrográfica do rio das Rãs, principalmente, para abranger as UC's de proteção integral do parque e refúgio de vida silvestre da Serras dos Montes Altos e as atuações antrópicas como as instalações de grandes empreendimentos (Figura 07). Essa distância delimitada para além da bacia foi nomeada na presente pesquisa como área de influência ou o entorno da bacia. Assim, a bacia hidrográfica do rio das Rãs e sua área de influência apresenta uma extensão de 1.239.898 hectares (12.398,98 km²), sendo 54% (667.361 ha/6.673,61 km²) o limite natural e 46% (572.537 ha/5.725,37 km²) o seu entorno (Figura 06).

A bacia e seu entorno compreendem, integralmente e parcialmente, os seguintes municípios: Bom Jesus da Lapa (19,6%); Caculé (54,5%); Caetité (62,3%); Candiba (100%); Guanambi (100%); Ibiassucê (7,9%); Igaporã (100%); Iuiú (0,3%); Lagoa Real (0,6%); Licínio de Almeida (30,6%); Malhada (38%); Matina (100%); Palmas de Monte Alto (79,8%); Pindaí (100%); Riacho de Santana (61,5%); Sebastião Laranjeiras (30,7%); Urandi (25,8%) e Tanque Novo (3,5%); todas as municipalidades são pertencentes ao estado da Bahia. Além disso, estão inseridas na bacia as cidades ou distritos sedes de Candiba, Guanambi, Matina, Igaporã e Pindaí. As principais rodovias são BR 030, BR 122, BA 473, BA 156, entre outras (Figura 06).

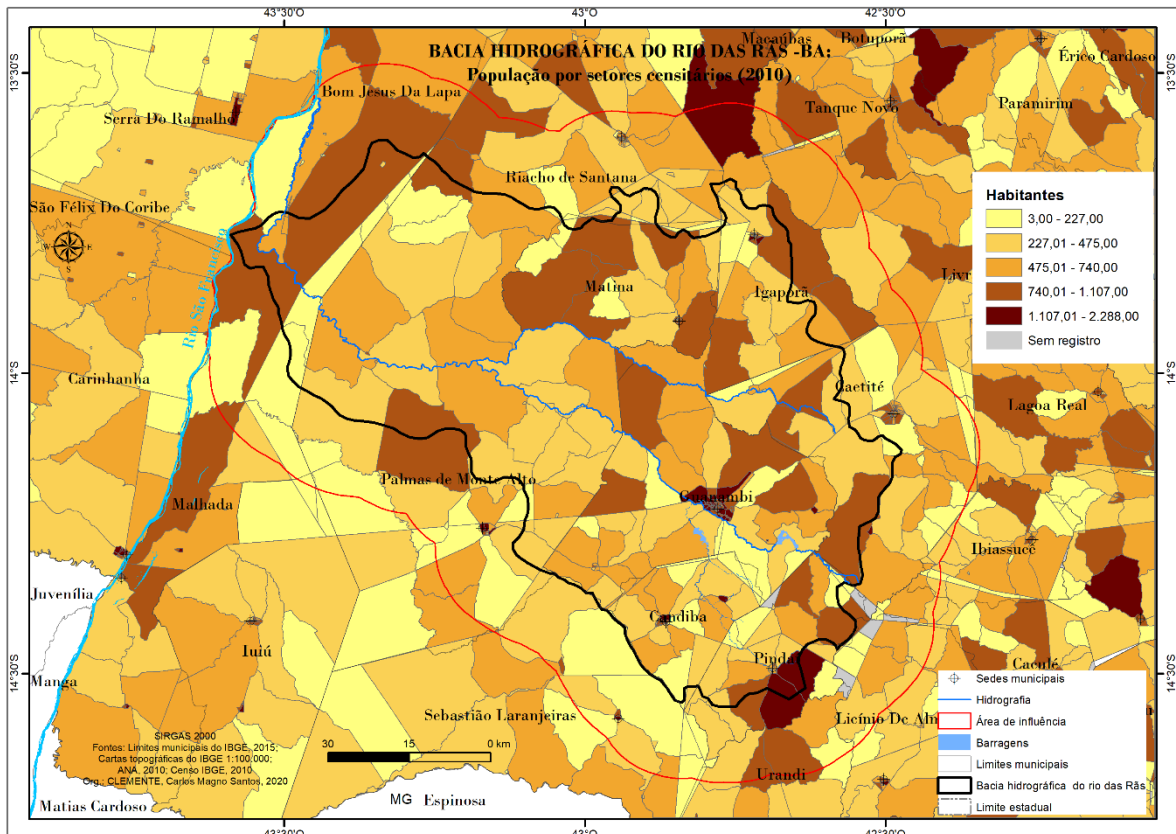
Figura 06 - Localização da bacia hidrográfica do rio das Rãs - BA



Fontes: IBGE, 2015 Base cartográfica IBGE, 1974; IBGE, 2004 ICMBio, 2019;
 Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

O município de Guanambi (Total de 78.833 moradores, censo 2010) obtém a maior população da área do estudo e de toda microrregião (18 municípios). De acordo com censo do IBGE (2010), a população total da bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno é de, aproximadamente, 251.492 moradores, sendo 140.579 (55,90%) na malha urbana e 110.913 (44,10%) habitantes da zona rural. No geral, 61,11% dos municípios (11 de 18 municipalidades) tem população rural maior que a urbana, porém, as cidades de Guanambi e Caetité elevam a média geral em pessoas nas manchas urbanas. Estão inseridas na área do estudo as sedes municipais ou cidades baianas de Riacho de Santana, Matina, Palma de Monte Alto, Guanambi, Candiba, Sebastião Laranjeiras, Pindaí, Caetité e Igaporã (Figura 07).

Figura 07 – Bacia hidrográfica do rio das rãs -BA: População por setores censitários (2010)



Fontes: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; ANA, 2010; Censo IBGE, 2010.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Todos os municípios inseridos na área de estudo encontram-se abaixo da média nacional em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano – IDH (média nacional 0,727) e somente a municipalidade de Guanambi (IDH 0,673) tem o IDH acima da média baiana (IDH 0,660) (PNUD, 2011). Isso indica a vulnerabilidade social estabelecida na bacia do rio

das Rãs e seu entorno, sendo de certa maneira uma realidade de expressiva porção do semiárido brasileiro.

Os municípios de Guanambi - BA (R\$ 1.263,76), Bom Jesus da Lapa - BA (R\$ 994,31) e Caetité - BA (R\$ 867,21) apresentam os maiores valores do Produto Interno Bruto – PIB, totais e per capita, da bacia e seu entorno. Os menores indicadores econômicos são das municipalidades de Matina - BA, Sebastião Laranjeiras - BA e Ibiassucê – BA. Em todas as municipalidades, destacam-se os setores de serviços, valores direcionados a Administração Pública – AP - e agropecuários, nessa ordem. O município de Caetité compreende os maiores valores destinados à indústria, em comparação às demais municipalidades, é impulsionado, principalmente, pelas instalações de uma mineradora de grande porte, as Indústrias Nucleares do Brasil - INB - e os parques eólicos. No caso do município de Pindaí, os investimentos no setor eólico e mineração. E Guanambi se destaca no setor de serviços em relação às demais municipalidades (Tabela 01).

Tabela 01- Valor Adicionado, PIB e PIB Per Capita a Preços Correntes, Bahia - 2017

Municípios	Valor Adicionado (R\$ milhões/%)			Valor Adicionado APU (R\$ milhões/%)	Impostos Sobre Produtos (R\$ milhões/%)	PIB (R\$ milhões)	PIB Per Capita (R\$1,00)
	Agropecuária	Indústria	Serviços				
Bom Jesus da Lapa	203,8 16,8	118,5 9,8	585,3 48,3	217,3 17,9	86,6 7,2	994,3	14.080,2
Caculé	11,3 3,6	11,5 3,7	186,9 60,3	67,5 21,8	33,0 10,6	242,7	10.189,5
Caetité	19,9 1,9	374,1 36,0	421,5 40,6	171,1 16,5	51,7 5,0	867,2	16.407,9
Candiba	14,6 9,3	5,2 3,3	85,6 54,8	45,2 28,9	5,6 3,6	110,9	7.499,2
Guanambi	30,3 2,0	179,2 11,7	934,3 60,9	270,7 17,6	119,9 7,8	1.263,8	14.558,1
Ibiassucê	8,2 7,0	4,8 4,1	64,9 55,2	35,6 30,2	4,2 3,5	82,1	8.060,1
Igaporã	10,1 4,2	63,5 26,5	95,4 39,9	58,4 24,4	12,0 5,0	180,9	11.112,4
Iuiu	17,5 13,8	4,2 3,3	63,1 50,0	37,3 29,5	4,4 3,4	89,1	7.813,7
Lagoa Real	10,7 7,8	3,7 2,7	69,6 51,2	48,4 35,6	3,7 2,7	87,7	5.471,2
Licínio de Almeida	9,8 6,7	3,9 2,7	84,2 57,6	41,8 28,6	6,3 4,3	104,2	8.035,9
Malhada	33,8 17,9	6,7 3,6	85,8 45,5	56,3 29,9	5,9 3,1	132,2	7.542,3
Matina	9,4 8,4	2,6 2,3	57,5 51,5	39,5 35,4	2,8 2,5	72,2	5.777,7
Palmas de Monte Alto	30,8 13,2	9,7 4,2	114,0 48,8	72,3 31,0	6,9 3,0	161,4	7.156,0
Pindaí	11,0 4,6	80,7 33,9	81,7 34,3	53,0 22,2	11,7 4,9	185,1	10.961,1
Riacho de Santana	32,1 8,9	8,3 2,3	196,7 54,8	112,2 31,3	9,7 2,7	246,7	6.770,6
Sebastião Laranjeiras	13,7 12,1	2,7 2,4	56,0 49,5	37,7 33,3	3,1 2,7	75,5	6.454,1
Tanque Novo	8,5 3,9	6,6 3,0	126,6 58,5	61,6 28,5	13,2 6,1	154,9	8.659,5
Urandi	15,1 6,9	35,9 16,3	101,1 45,9	53,5 24,3	14,7 6,7	166,8	9.612,8

Administração Pública – AP.

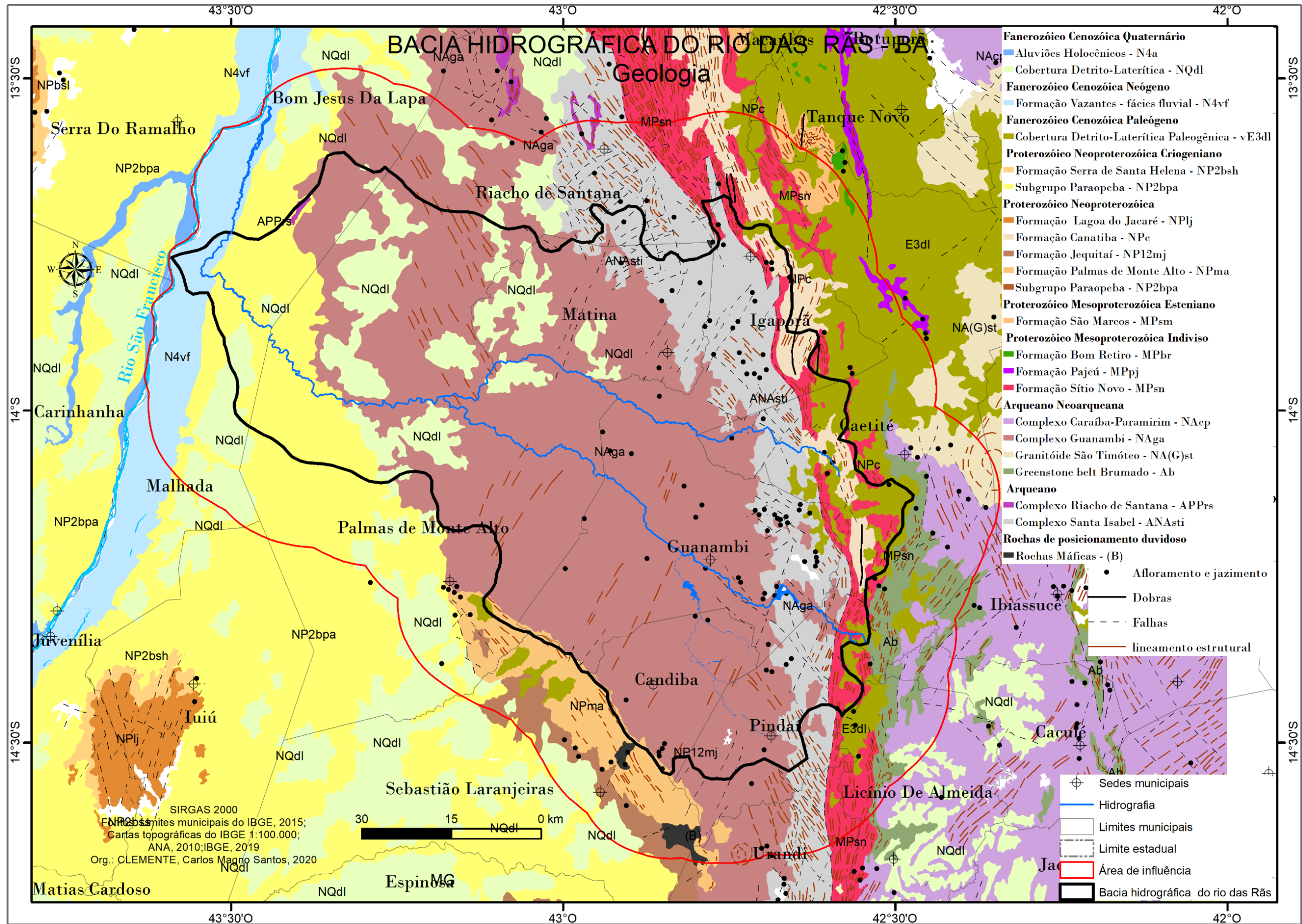
Fonte: Adaptado de Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia - SEI, 2017.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

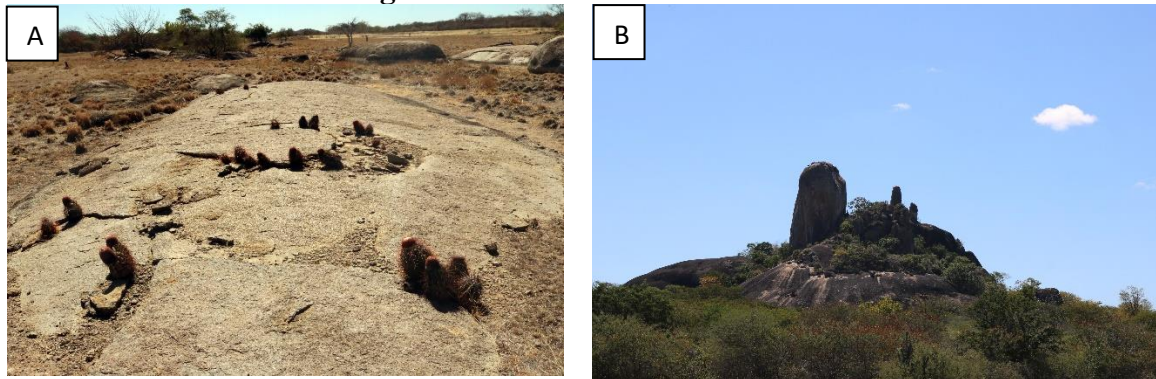
Em relação ao quadro natural, a área do estudo compreende extensas áreas do complexo Guanambi, oriundas das unidades do arqueano (3,5 Bilhões de anos – ba) e o neoarqueano (2,8 a 2,5 ba), nas áreas centrais e a oeste da área do estudo. Na porção ocidental, apresentam-se coberturas detrítico-lateríticas com datações da Eon fanerozóico (570 Milhões de anos – ma), era cenozoica (65,5 ma), período quaternário (1,8 ma) e época do pleistoceno.

A parte alta da bacia localiza-se o complexo Santa Isabel, formação do sítio novo da era proterozóico/mesoproterozóica (1,0 a 1,6 ba) e lineamentos estruturais que influenciam na rede de drenagem local. Na porção baixa da bacia, apresenta-se a formação Palmas de Monte Alto, oriunda do tempo geológico do proterozóico/neoproterozóica (1,0 a 1,6 ba) e coberturas detritos-lateríticas paleogênicas e afloramentos rochosos, estes últimos retratados em lajedos no espaço geográfico (Figuras 08 e 09)

Figura 08 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Geologia



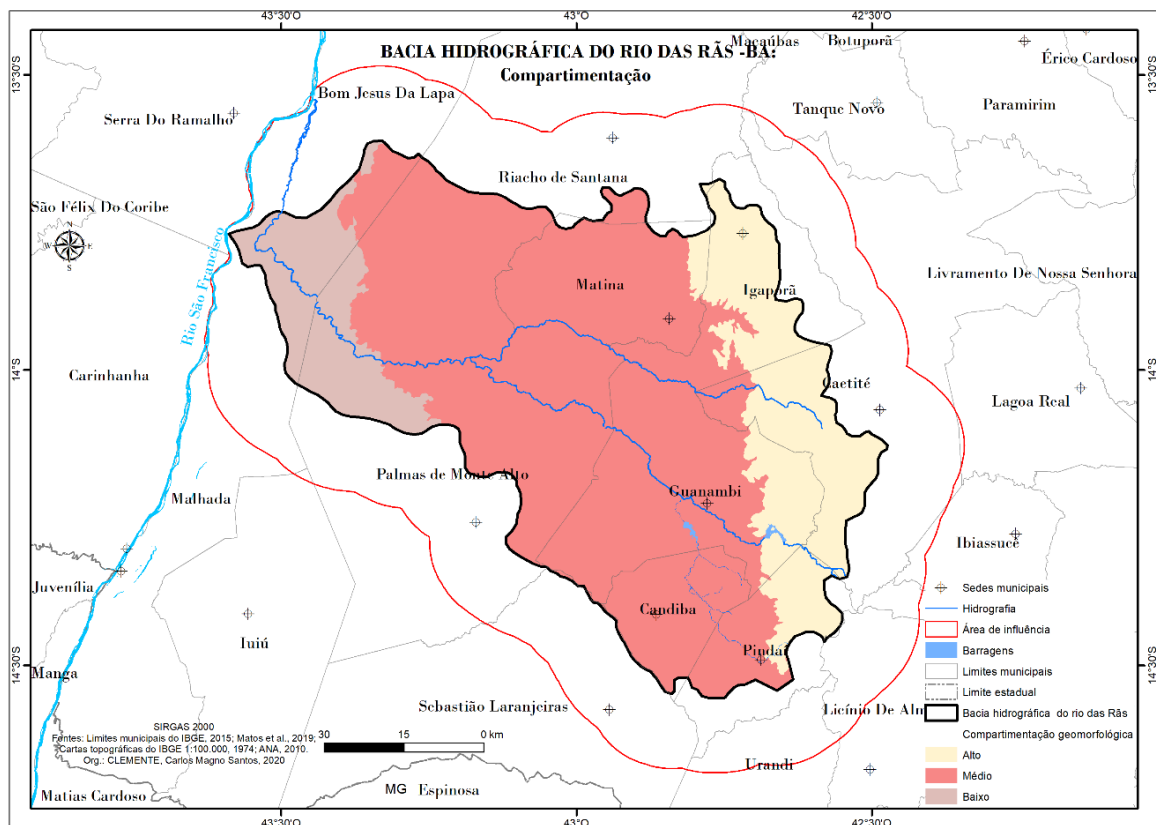
Fonte: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; ANA, 2010; IBGE, 2019.
 Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Figura 09 – Afloramentos rochosos

Município de Guanambi (Região do Poço do Magro), 07 de junho de 2019, B) Sul do município de Matina, 02 de maio de 2019.

Fonte: Aurtoria, Clemente, Carlos Magno Santos, 2019.

Os domínios morfoestruturais são resultantes de forças endógenas e exógenas com uma expressiva influência do controle litoestrutural, sendo influenciados por atuações erosivas em sua forma final (SAADI, 1991;CODEIRO, 2017). A presente pesquisa compartimentou a bacia em cursos do alto, médio e baixo, abrangendo áreas de 1.322 km² (19,8 %), 4.638 km² (69,5 %) e 713,6 km (10,7%), respectivamente. O alto curso compreendendo as serras e os patamares do Espinhaço, o curso médio a depressão de Guanambi e o baixo curso a depressão, as planícies e terraços fluviais do rio São Francisco (Figura 10).

Figura 10 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs – BA: Compartimentação

Fonte: Limites municipais IBGE, 2015; Carta topográfica IBGE, 1974; ANA, 2010; Divisão da bacia Matos et al., 2019.

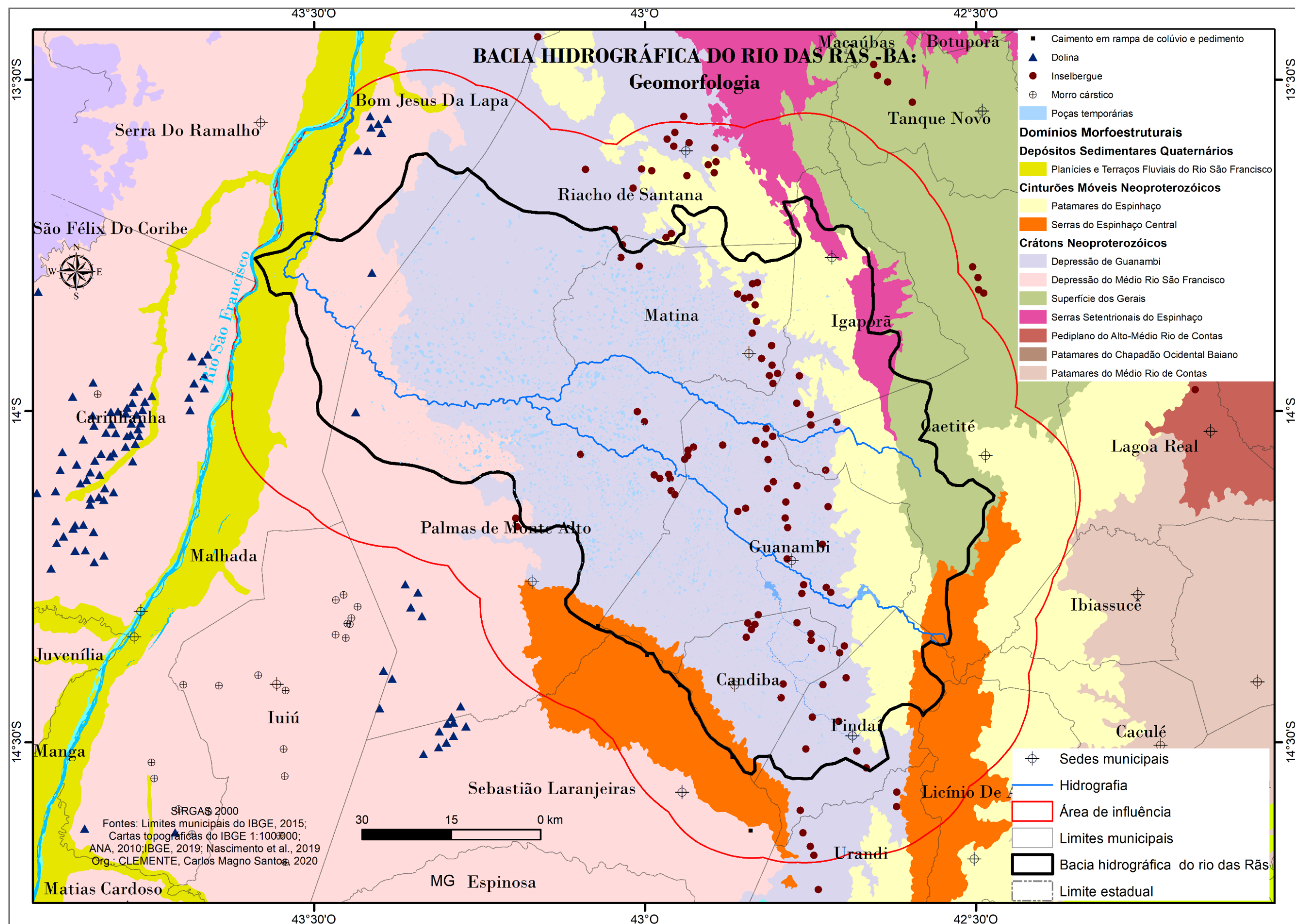
Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2020

Entre 730 a 853 metros de altitude, apresentam-se os patamares do Espinhaço, que são superfícies intermediárias ou fronteiras geomorfológicas entre superfícies de menores altimetrias (Depressão de Guanambi) e os planos mais elevados (Serras do Espinhaço central). As “Serras do Espinhaço central” localizam-se entre 853 a 1.322 metros de altitude, seguindo a leste pela presença das superfícies dos gerais (natureza aplanamento). O mesmo processo geomorfológico (“Serras do Espinhaço central”) é detectado nas UC’s de proteção integral da Serra do Monte Alto, a sul da área do estudo, com uma descontinuidade no entorno provocada por padrões altimétricos menores, originários da área da depressão de Guanambi (Figuras 11; 12; 13).

A formação geomorfológica da depressão de Guanambi e da depressão do médio São Francisco localizam-se em extensas faixas, entre os valores altimétricos de 412 a 730 metros, com o predomínio de declividade suave, com fortes ondulações nas áreas de relevos residuais ou inselbergues. A presença de “formas de dissecação englobando feições residuais” estão presentes na depressão de Guanambi, inciando no sentido oeste-leste, após os patamares da Serra do Espinhaço (Figuras 11; 12; 13).

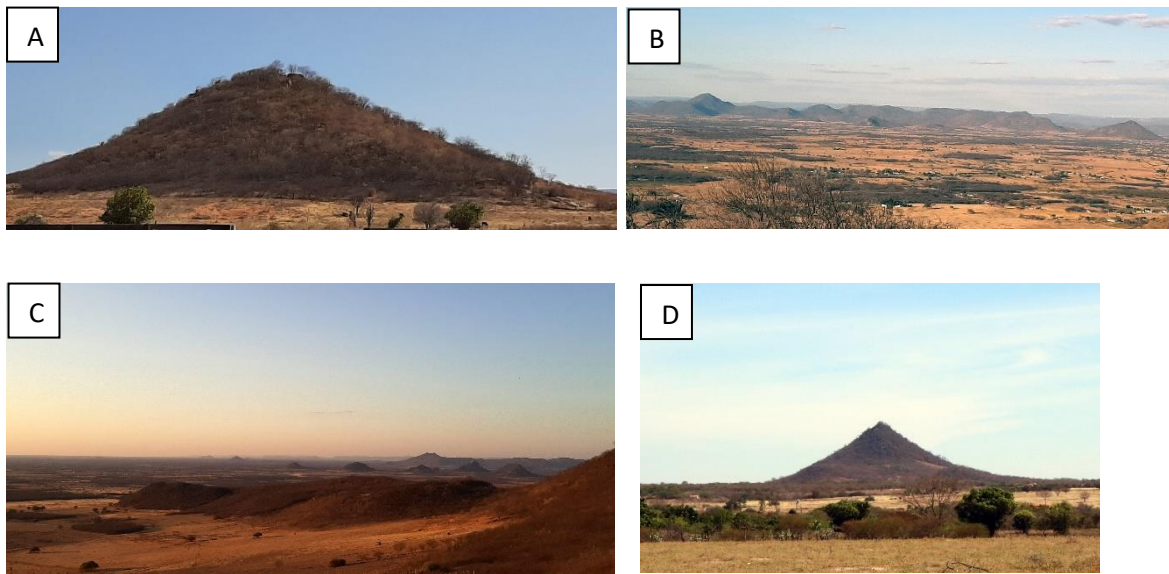
Ainda na depressão de Guanambi, ocorre áreas de características cársticas (dolina e morro cárstico), localizadas nas porções oeste e sudoeste da bacia, extensões com históricos de estabelecimentos agrícolas. Entre outras formas do carste, as dolinas são áreas de fragilidades, assim a atuação agrícola pode ocasionar a poluição vertical em sítios calcários (TRAVASSOS, 2007). E também ambientes sensíveis das poças temporárias (cavidades rasas no terreno), que são habitats dos peixes anuais da família Rivulidae (ameaçados de extinção) (Nascimento et al., 2019; CEPTA, 2019) (Figuras 11; 12; 13).

Figura 11 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Geomorfologia



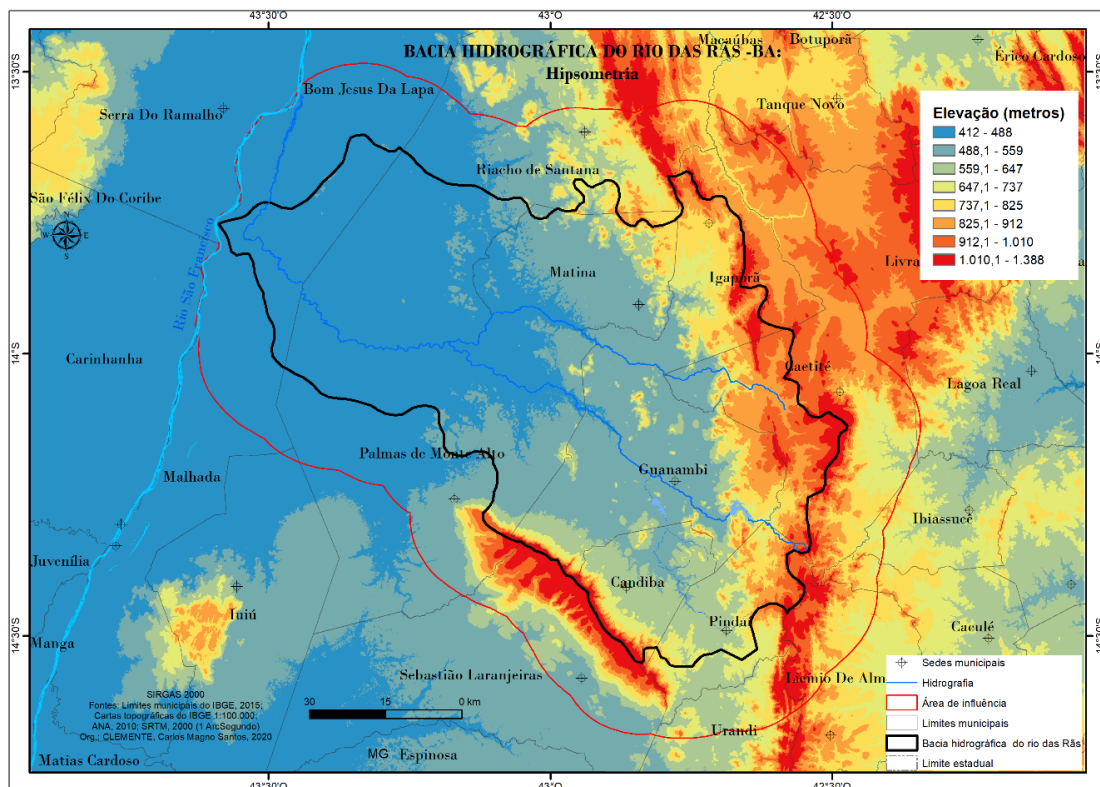
Fonte: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; ANA, 2010; IBGE, 2019; Nascimento et al., 2019.
Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Figura 12 – Relevos residuais (inselbergues) na depressão de Guanambi



A) Fotografia realizada na Fazenda “Paga Tempo”, municípios de Guanambi e Palma de Monte Alto, 14 de setembro de 2019; B) Fotografia realizada na Fazenda “Paga Tempo”, municípios de Guanambi e Palma de Monte Alto, 14 de setembro de 2019; C) Fotografia realizada na Fazenda “Paga Tempo”, municípios de Guanambi e Palma de Monte Alto, 14 de setembro de 2019; D) Município de Guanambi (região do Poço do Magro), 07 de junho de 2019. **Fonte:** Autoria: Clemente, Carlos Magno Santos, 2019.

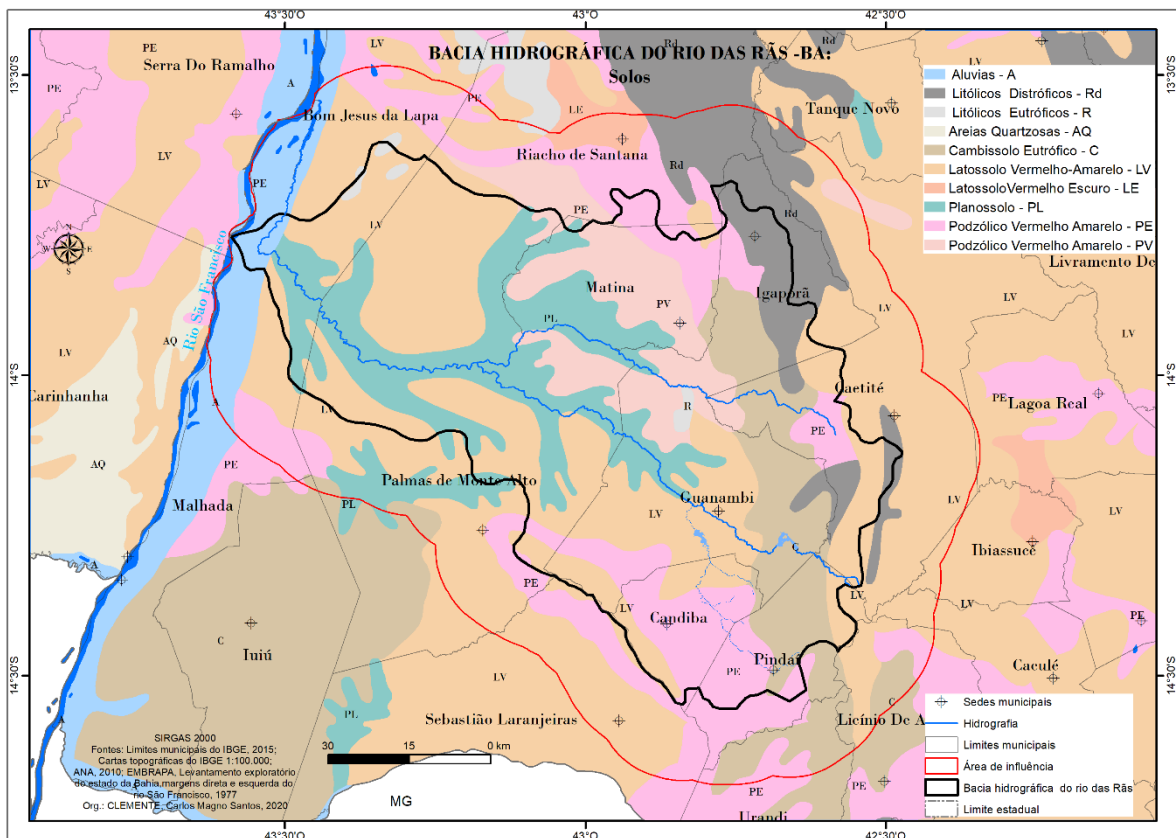
Figura 13 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Hipsometria



Fontes: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; ANA, 2010; SRTM, 2000 (1 Arc segundo).
Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

De acordo com o Levantamento exploratório da EMBRAPA (1977) a margem direita do rio São Francisco no estado da Bahia, escala de 1:1.000.000, apresentam-se 10 tipos de solos na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno, sendo esses: latossolo vermelho-amarelo 41,8 % (5.162,37 km²/ 516.237 ha), podzólico vermelho - amarelo 23,9 % (2.954,23 km²/ 295.422,59 ha), planossolo 12,6% (1.563,70 km²/156.370,34 ha), cambissolo eutrófico 9,6 % (1.182,56 km²/ 118.256,14 ha), litólicos distróficos 7,5 % (922,65 km²/ 92.265,24 ha), aluvias 3,4 % (424,55 km²/42.454,93 ha) e latossolo vermelho escuro 0,8 % (94,72 km² / 9.472,45 ha) (Figura 14).

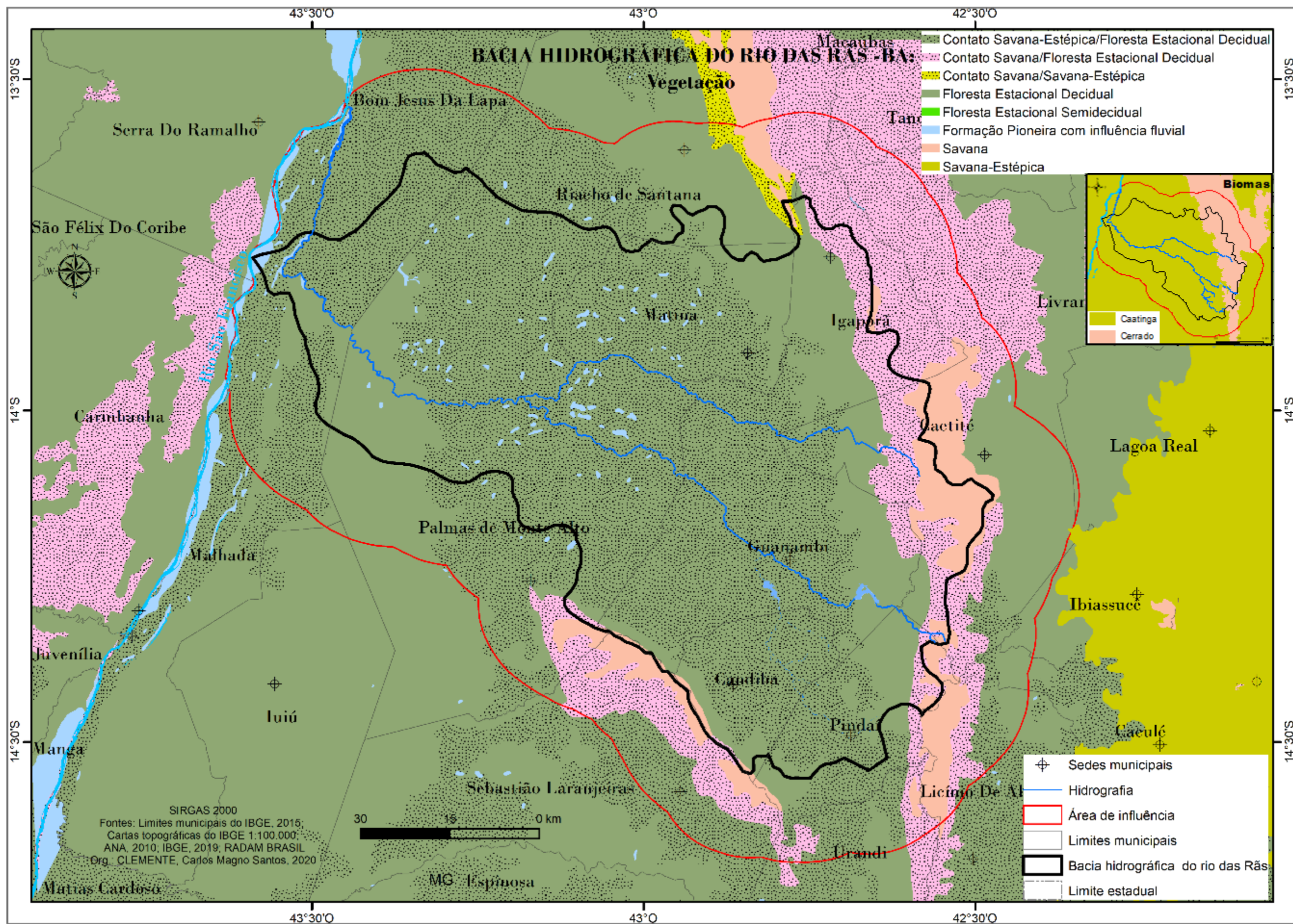
Figura 14 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Solos



Fontes: Limites municipais do IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; ANA, 2010; EMBRAPA, Levantamento exploratório do estado da Bahia, margens direita e esquerda do rio São Francisco, 1977. **Org.:** CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

A bacia compreende os biomas do cerrado (20 % 2.447,70 km²) e da caatinga (80 % 9.951,27 km²), sendo apresentados os seguintes tipos de vegetação: Contatos entre tipos de vegetação ou ecótono (savana-estépica (caatinga) / Floresta Estacional Decidual – FED; savana (cerrado)/ FED; savana/FED); FED; savana (Figura 15) (RADAM BRASIL, 1975; IBGE, 2019).

Figura 15 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Vegetação



Fontes: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; ANA, 2010; Geomorfologia, IBGE, 2014Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Os tipos de vegetação do cerrado localizam-se na serra do Espinhaço (leste e sul), aspectos ambientais diferenciados em relação às áreas de depressões (Figura 16). Vale registrar que as depressões interplanálticas configuram-se como superfícies tipicamente mais secas em relação as serras ou áreas mais elevadas, como esclarece Ab' Sáber (1999) (Figura 16):

Os fazendeiros residentes em serras úmidas e possuidores de terras de pecuária nos sertões secos costumam referir-se a estas últimas, numa acepção topográfica: “Amanhã eu vou descer para o sertão”. É real. A partir do ambiente de uma serra úmida sempre se desce para atingir o ambiente quente, seco e abafado dos sertões. E, para atingir os altos das serras úmidas, outrora florestadas; ou para transpor as encostas secas de alguns maciços dotados de climas mais complexos, evidentemente sempre subirá (AB' SÁBER, 1999, p. 15)

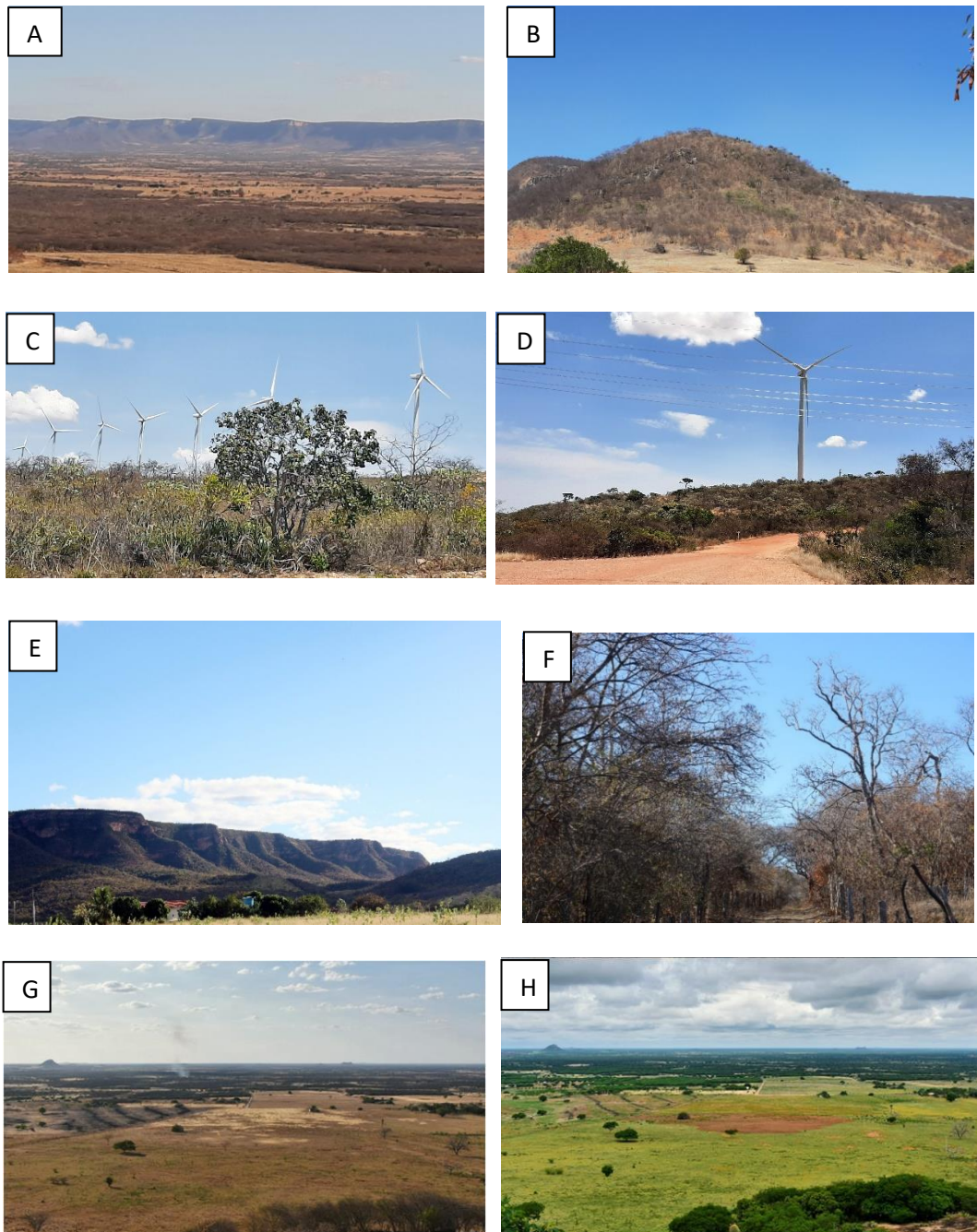
Figura 16 – Precipitação nos patamares e serra do Espinhaço



Fonte: Aatoria Clemente, Carlos Magno Santos, março de 2020.

A irregularidade e a baixa precipitação pluviométrica, somada à intensa evapotranspiração, transparece na adaptação de expressiva parte das comunidades vegetais, savana-estépica e a FED, na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno. Uma forma adaptativa que se modifica no período chuvoso, com tonalidades exuberantes de verde aos olhos humanos em períodos de precipitação pluviométrica, com a diferenciação do aspecto visual da vegetação nos períodos secos e chuvosos, como apresenta as figuras 17 - G e 17 - H. As manchas de cerrado são notadas na Serra do Espinhaço, municipalidade de Caetité, nas proximidades dos parques Eólicos. Ainda, vale registrar as manchas de vegetação da caatinga na depressão de Guanambi, que em momentos pretéritos, notava-se a presença de FED em meio à savana-estépica em maiores proporções (Figura 17).

Figura 17 – Exemplos das fitofisionomias

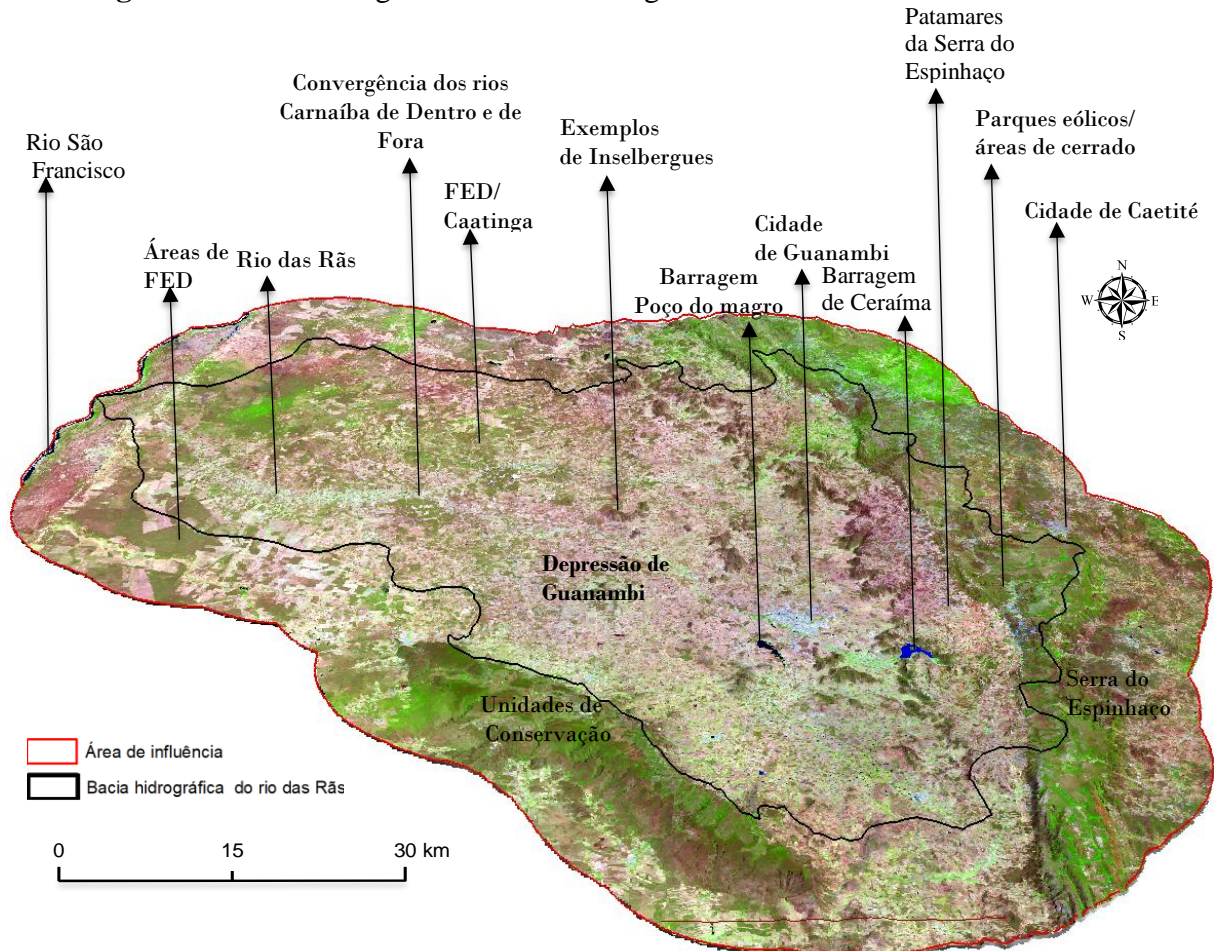


A) Savana-Estépica/FED, 14/09/2019, depressão de Guanambi; B) Savana-Estépica, Fazenda “Paga tempo”, os municípios de Palma de Monte Alto e Guanambi, 14 /09/2019; C) Savana, 27/09/2019, município de Caetité (BR 030); D) Savana, 27/09/2019, município de Caetité (BR 030); E) FED, município de Palma de Monte Alto (Próximo a UC’s), 07/06/2019; F) FED; e G – H) Período seco e chuvoso na Fazenda “Paga tempo” em 2017, divisa entre os municípios de Palma de Monte Alto e Guanambi (vegetação decídua).

Autorias: Clemente, Carlos Magno Santos, 2019 (A, B, C, D, E e F); Bonfim, Evilásio Pereira, 2017 (G, H).

Nesse contexto, na bacia e no seu entorno apresenta-se uma complexa conjuntura de transição geomorfológica (depressão de Guanambi e a Serra do Espinhaço), áreas de vegetação com tensões ecológicas ou ecótonos entre os biomas do cerrado e caatinga, além de investimentos eólicos e duas manchas urbanas (Guanambi e Caetité) de destaque no cenário regional no contexto de uma bacia de integração nacional, o São Francisco (Figura 18).

Figura 18 – Bloco diagrama da bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno



Fontes: SRTM, 2000; Landsa 8, 2019.
 Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2020.

Com base nessa conjuntura regional, a presente pesquisa constituiu a seguinte estrutura metodológica: aquisição dos dados e métodos; tratamento e extração dos dados orbitais; técnicas e parâmetros para as análises do espaço geográfico.

3.2 Aquisição dos dados e métodos

Para a contextualização regional, foram realizados levantamentos e análises da literatura científica e das principais instituições que envolvem a temática. Exemplificam-se, o Instituto Nacional do Semiárido – INSA, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite – PMDBBS, Serviço Geológico do Brasil – CPRM e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. As bases conceituais e cartográficas do *United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD)* e o *Convention on Biological Diversity (CBD)* produzidas pela *World Conservation Monitoring Centre - UNEP-WCMC* - foram usadas para as representações e análises das regiões semiáridas do mundo (UNEP-WCMC, 2007).

As informações ambientais do IBGE também foram suporte para as caracterizações nos contextos geológico, geomorfológico e da vegetação. O banco de dados foi disponibilizado em 2014 (atualizado em 2019) e reúne temas ambientais na escala compatível de 1:250.000, compilando e constituindo informações geográficas por meio das bases do RADAM Brasil (1975), dos sensores orbitais CBERS, Landsat 5, Landsat 7 e o Landsat 8 (IBGE, 2019). Além disso, utilizaram-se as cartas topográficas do IBGE de 1974 na escala de 1:100.000 (SD-23-X-B-I, SD-23-Z-B-II e SD-23-X-D-IV). Para os solos, utilizou-se do Levantamento Exploratório – Reconhecimento da margem direita do Rio São Francisco do Estado da Bahia, na escala de 1:1.000.000, disponibilizado pela EMBRAPA.

Os principais textos usados para o histórico e os aspectos socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio das Rãs foram de Ferreira (1958), do banco de informações históricos e socioeconômico do IBGE. Nesse órgão também foram adquiridas as unidades territoriais municipais e por setores censitários.

O SRTM foi usado para o Modelo Digital de Elevação - MDE. O radar tem como propriedade 1 arc segundo (30 metros tamanho do pixel) e suas imagens foram adquiridas no site americano *United States Geological Survey – USGS*. Em relação às bases cartográficas da cobertura vegetal, foram utilizados os satélites Landsat – 1 (MSS), Landsat – 5 (TM) e o Landsat – 8 (OLI). A escolha dos satélites se deve à aplicabilidade das faixas espectrais direcionadas aos mapeamentos ambientais e à disponibilidade de imagens de 1973 até os dias atuais. O recorte temporal delimitado para a pesquisa engloba os anos de 1973, 1987, 1997, 2007 e 2019 e as órbitas/pontos de 218/70 e 2018/69, momentos com a baixa ou nenhuma incidência de nuvens e intervalos temporais próximos de 10 anos (Quadro 04). Os critérios

para a escolha das imagens fundamentaram-se naquelas que abarcassem momentos pretéritos de expansão agrícola regional e períodos mais recentes, para analisar a configuração da modificação da escala espaço-temporal. Todas as imagens foram do período seco, com a finalidade de evitar a superestimação dos resultados de cobertura vegetal, principalmente, devido à rápida resposta de outros tipos vegetais que não sejam arbóreo-arbustiva em períodos chuvosos.

Seguiu PMDBBS (2009) para definir a Menor Área Mapeada – MAM, com a dimensão de 2,00 ha ou 0,02 km². Para o sensor landsat 1 adotou-se a escala de mapeamento de 1:160.000 e os landsats 5 e 8 a escala de 1:60.000. As escalas foram calculadas de acordo com a equação sugerida por Boggione *et al.*, (2009) (Quadro 04):

$$EIFOV = \frac{1}{(2 * u_w)} * PIXEL \quad (1)$$

EIFOV = *Effective Instantaneous Field of View*

u_w = Frequência espacial Pixel: Tamanho do pixel em metros

Quadro 04 – Imagens landsat

Satélites	Datas		Nuvens na cena (%) 218-69 / 218-70
	218/70	218/69	
Landsat 1	16/08/1973	23/06/1973	0 / 10% NE
Landsat 5	18/08/1987		0 / 10% NE
	16/10/1997		0 / 0%
	24/07/2007		0 / 5% NE
Landsat 8	29/10/2019	27/09/2019	0 / 0,7% NO

Fonte: INPE, USGS, 2020; Nordeste – NE; Noroeste – NO.

Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2020.

A base de dados para a constituição dos estoques de carbono e biomassa (acima e abaixo do solo) foram obtidas por meio de inventários florestais, disponibilizados na plataforma do Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos – SEIA (96% das parcelas). Os inventários se originam dos empreendimentos eólicos (Serra do Espinhaço), da mineração (Serra do Espinhaço e Depressão de Guanambi) e dos inventários de fazendas (Depressão de Guanambi). Foram considerados os documentos aptos, que passaram pelas análises dos técnicos do órgão ambiental estadual, o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA. Vale registrar que o SEIA é um canal de consulta e aquisição pública do governo do estado da Bahia (Secretária do Meio Ambiente – SEMA - e Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA).

Por meio da plataforma SEIA, foram selecionados dezesseis (16) inventários florestais, totalizando 270 parcelas, com os seguintes parâmetros de coletas: uma parcela de 300 m² e as demais com 400 m²; indivíduos com Diâmetro a Altura do Peito – DAP igual ou superior a 4,77 centímetros; com Circunferência Altura do Peito – CAP maior igual (\geq) a 15 cm e a 1,3 metros de altura da superfície do solo; e altura dos indivíduos. Ainda, utilizaram-se dez (10) parcelas do Inventário Florestal Nacional – IFN, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, do Serviço Florestal Brasileiro - SFB, com os estoques de carbono e biomassa em toneladas por hectares t/ha (2019).

Foram consideradas as fitofisionomias da legenda do projeto Radam Brasil (1975), carta SD 23, com os seguintes tipos de vegetação: áreas de contatos (Savana/Floresta Estacional Decidual, Savana/Savana-Estépica – caatinga - e Savana-Estépica (caatinga)/Floresta Estacional Decidual – FED), FED e Savana (cerrado). Foram adaptadas duas nomenclaturas de tipos, conforme sugerido pelo Radam Brasil, pois em campo foi diagnosticada uma predominância de determinado tipo de vegetação, em específico para áreas na porção sul da UC's (modificação de contato FED/savana estépica para contato FED/savana) e a leste - sudeste (de Floresta Estacional Semidecidual para FED) da área do estudo (Figura 20).

Todas as equações alométricas tiveram como referência o projeto Inventário Florestal Nacional – IFN - do SFB. Em específico, os inventários florestais de Sergipe (2017) e Ceará (2016) para as fitofisionomias em contatos (Savana/Floresta Estacional Decidual, Savana/Savana-Estépica, caatinga), Savana-Estépica (caatinga/Floresta Estacional Decidual) e FED. Os inventários do Sergipe e Ceará usaram o estudo de Sampaio; Silva (2005). Esses autores realizaram uma pesquisa para a constituição de equações de biomassa em plantas do semiárido brasileiro, em específico, nos municípios de Santa Luz (BA) e Petrolina (PE) (Figura 20). Nesse contexto, a seguinte equação foi aplicada para a biomassa:

$$BSKg = 0,0612 DAP HT^{1,5811} \quad (2)$$

BSkg = Biomassa Seca quilograma

DAP = Diâmetro Altura do Peito

HT = Altura

Para o tipo de vegetação da savana (cerrado), foi utilizada a equação aplicada pelo IFN (SFB) em áreas de cerrado, no Distrito Federal – DF (2016), como referência de Rezende (2002), em específico, a equação a seguir para biomassa:

$$BSKg = 0,0298 DAP^2 HT \quad (3)$$

BSkg = Biomassa Seca quilograma

DAP = Diâmetro Altura do Peito

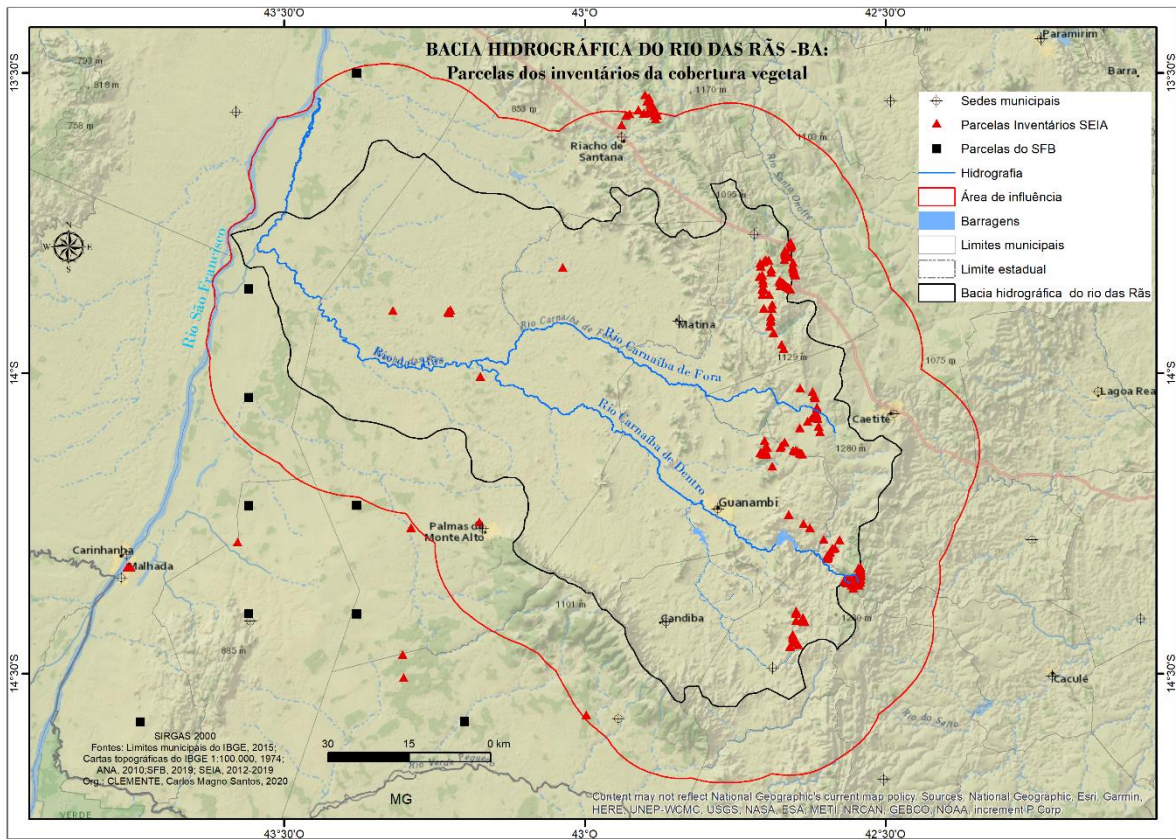
HT = Altura

Para conversão de biomassa seca (kg) acima do solo em biomassa seca (kg) abaixo do solo foi utilizado o fator de conversão de 0,56, apresentado no relatório do IPCC em 2007, e usado nos projetos do IFN (SFB) de Sergipe (2017) e do Ceará (2016). O fator foi aplicado para as seguintes fitofisionomias: áreas de contatos (Savana/Floresta Estacional Decidual, Savana/Savana-Estépica (caatinga) e Savana-Estépica (caatinga)/Floresta Estacional Decidual) e Floresta Estacional Decidual (IPCC, 2007; SFB, 2016-2017). Para Savana foi realizada a conversão de biomassa acima do solo para biomassa abaixo do solo, o fator de conversão adotado foi de 2,60, oriundo da pesquisa de Paiva et al (2011) e usado no IFN (SFB) do Distrito Federal (2016).

Para a conversão de biomassa em carbono, para todas as fitofisionomias acima e abaixo do solo, foi usado o fator de 0,49 do IPCC (2007). Parâmetro utilizado em todos IFN's do SFB (IPCC, 2007; SFB, 2016; 2017). Vale registrar que o cálculo foi realizado na unidade biomassa seca quilograma, sendo posteriormente realizada a transformação para toneladas por hectares.

Em suma, foram selecionados 17 inventários, compreendendo 280 parcelas e 17.112 indivíduos nesta pesquisa. Com o intuito de aumentar o quantitativo de parcelas por fitofisionomias, a localização de algumas amostras foi fora da área do estudo (Figura 19).

Figura 19 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Parcelas dos inventários



Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Fontes: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; ANA, 2010; Vegetação, IBGE, 2019; SFB, 2019; SEIA, 2012, 2013, 2014 e 2019.

Foi considerado um crédito de carbono para cada tonelada estocada nas manchas de vegetação. Estas seguiram as precificações de referências de Hamilton *et al.*, (2017), que quantificou 5,2 dólares por tonelada de Carbono - US\$/ tC estocada na vegetação natural. O estudo considerou mais de 1.100 organizações comprometidas com o mercado de carbono, em escala mundial, com transações ocorridas no ano de 2016 destinadas ao pagamento de estoques de carbono do programa REDD +, sendo usada na presente pesquisa a média ponderada disponibilizada para América Latina (HAMRICK, 2017). O documento foi produzido pelas *Ecosystem Marketplace e Forest Trends*.

As precificações dos estoques de carbono propostos pelo Acordo de Paris apresentam valores entre US\$ 40 a US\$ 80 tC por US\$/ tC estocada na cobertura vegetal (WORLD BANK GROUP, 2019). O presente estudo estipulou o valor médio de US\$ 60 de /tC estocada na vegetação. Nesse contexto, foram comparados os preços estabelecidos pelos mercados em relação ao Acordo de Paris.

As propriedades disponibilizadas pelo Cadastro Ambiental Rural – CAR da Bahia, os imóveis rurais do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA e os limites de Unidades de Conservação – UC do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade – ICMBio foram usados para estratificação ou classificação dos territórios, sendo priorizadas as demarcações rurais, devido a uma maior oferta de produtos cartográficos disponíveis. Assim, de acordo com o INCRA, as propriedades rurais foram divididas de acordo às suas dimensões (área), sendo essas: os minifúndios; as pequenas; as médias; e as grandes propriedades. E de acordo com o INCRA e o ICMBio, foram categorizadas no espaço geográfico as seguintes classes conservacionistas e sociais: UC's; as populações tradicionais (quilombos); e os assentamentos rurais. Vale ressaltar que de acordo com as regras do INCRA, um módulo fiscal, dos municípios que compreendem totalmente ou parcialmente a área do estudo, equivale a 65 ha (Quadro 05).

Quadro 05 – Classificação das propriedades

Classes	Módulos Fiscais – MF	Hectares
Minifúndio	Inferior a 1 MF	Menor que 65
Pequena Propriedade	Entre 1 e 4 MF's	65 a 260
Média Propriedade	Acima de 4 e até 15 MF's	260 a 975
Grande Propriedade	Acima de 15 MF's	Acima de 975
UC's; populações tradicionais e assentamentos rurais da área do estudo		

Fonte: BRASIL, 1993; INCRA, 2019; INEMA, 2019.

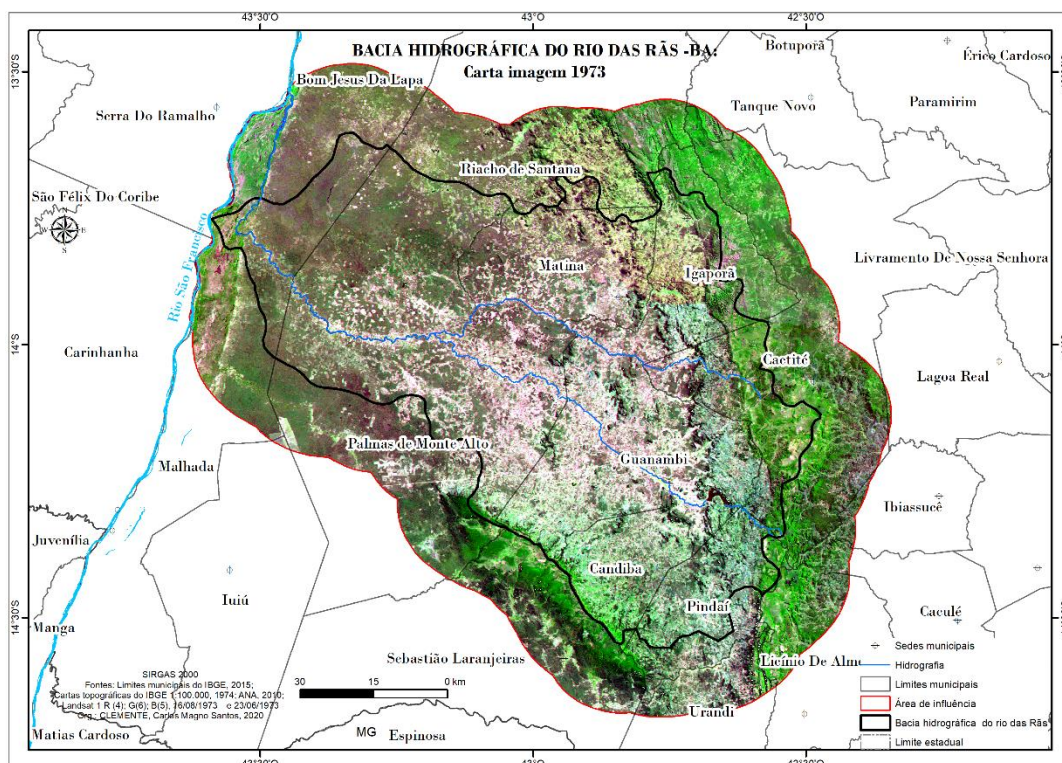
Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2019.

No conjunto de dados apresentados, foi realizado o tratamento da informação espacial por meio das geotecnologias aliadas aos parâmetros coletados da literatura, conforme detalhamento nos itens subsequentes.

3.3 Tratamento e extração dos dados orbitais

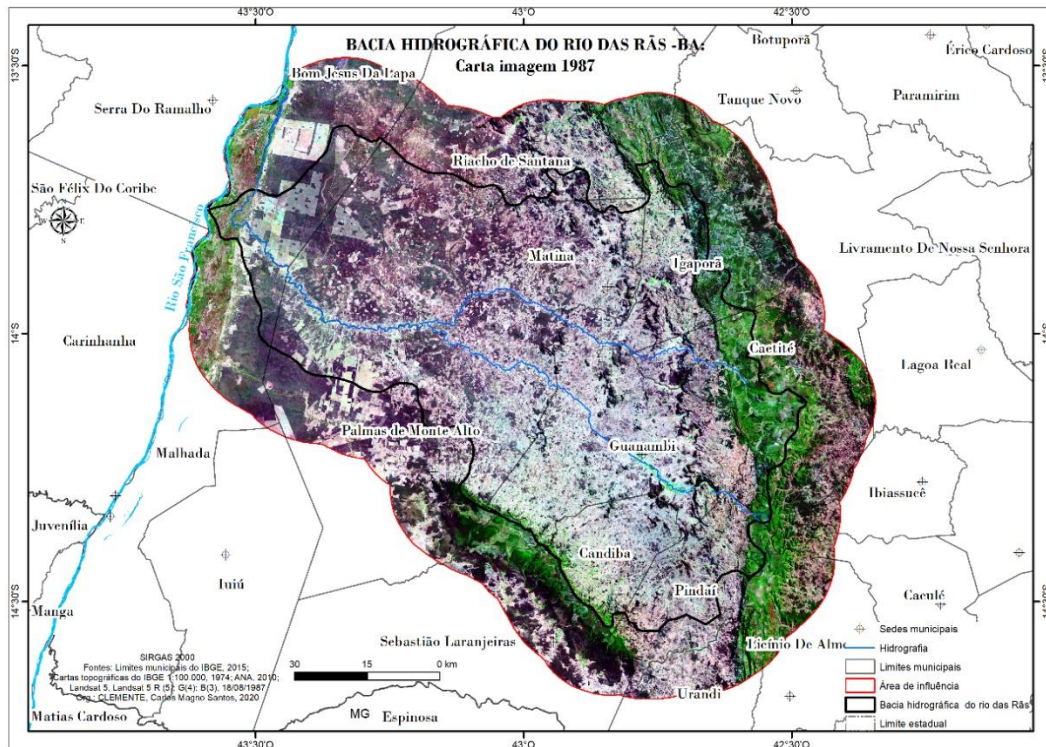
Os procedimentos do PDI foram aplicados para melhoria das imagens da série landsat (1973, 1987, 1997, 2007 e 2017). As correções de posicionamentos ou registros foram destinadas as imagens dos satélites Landsat 5 (canais R5, G4 e B3) e do Landsat 1 (bandas R4, G6 e B5), baseadas no produto orbital do Landsat – 8 (bandas R6, G5 e B4) e o uso de pontos de validações realizadas em campo. Posteriormente, foram realizados os mosaicos e recortes em cada ano analisado (Figuras 20, 21, 22, 23 e 24). O SRTM foi usado para a caracterização dos padrões geomorfológicos, bem como, os mapas hipsométrico e declividade.

Figura 20 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Carta imagem 1973



Fontes: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000, 1974; ANA, 2010; Landsat 1 R (4); G(6); B(5), 16/08/1973 e 23/06/1973.
Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

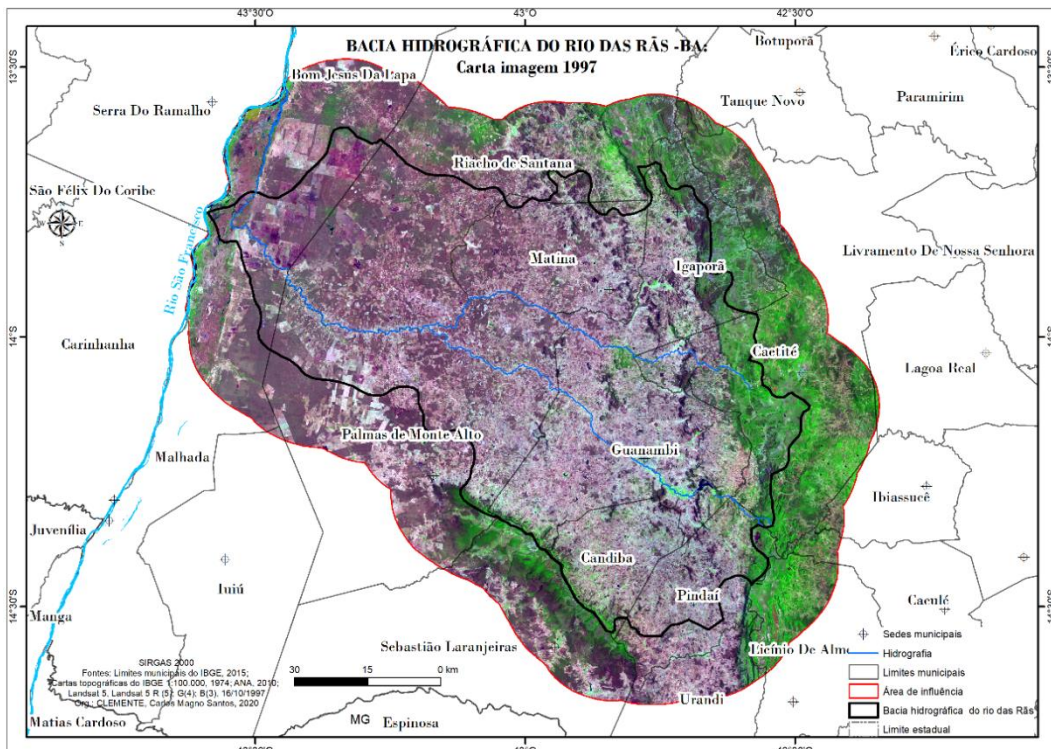
Figura 21 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Carta imagem 1987



Fontes: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000, 1974; ANA, 2010; Landsat 5, Landsat 5 R (5); G(4); B(3), 18/08/1987.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

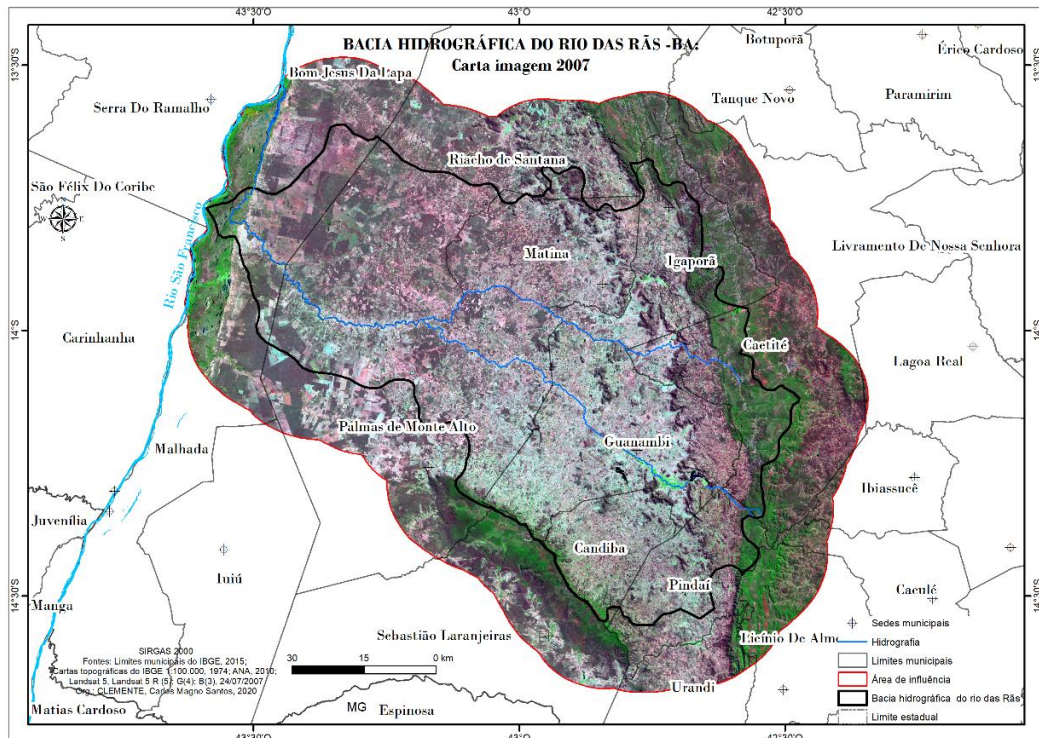
Figura 22 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Carta imagem 1997



Fontes: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000, 1974; ANA, 2010; Landsat 5, Landsat 5 R (5); G(4); B(3), 16/10/1997.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

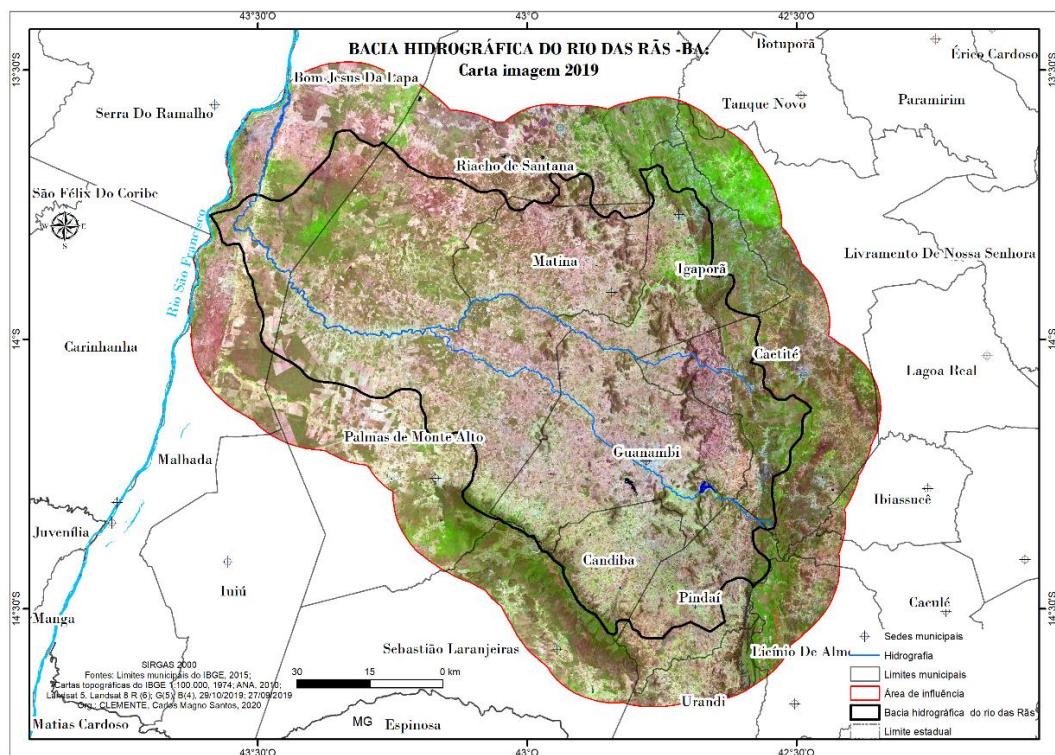
Figura 23 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Carta imagem 2007



Fontes: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000, 1974; ANA, 2010; Landsat 5, Landsat 5 R (5); G(4); B(3), 24/07/2007.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Figura 24 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Carta imagem 2019

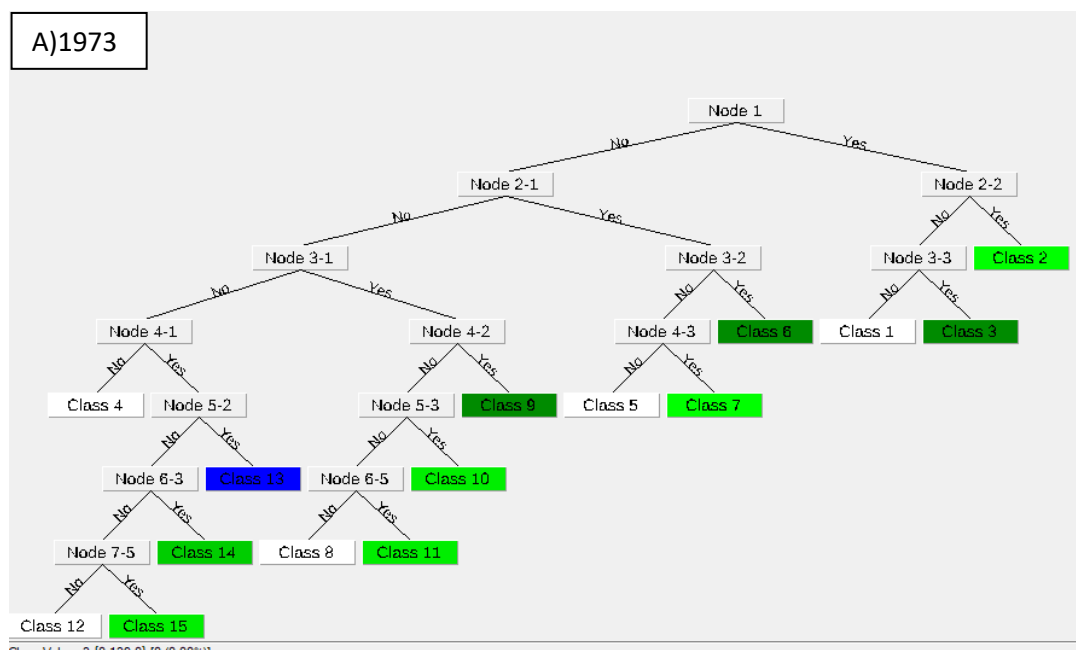


Fonte: Série Landsat, 1973 – 2019; Landsat 1 R (4); G(6); B(5); Landsat 5 R (5); G(4); B(3); Landsat 8 R(6); G(5); B(4);

Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2020.

Foi empregada a classificação supervisionada por meio do algoritmo “Árvore de Decisão” (*Decision Tree*). No algoritmo, foram utilizadas as faixas espectrais das imagens da série Landsat, os valores do *Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI, MDE (SRTM, 1arc segundo, 30 metros, escala de 1:60.000) e as feições geomorfológicas (Figura 25 – A/B/C/D/E). Os aspectos geomorfológicos foram utilizados no processo de separação das classes nas árvores, sendo consideradas as definições das áreas e os padrões da Serra do Espinhaço a leste, as UC’s (Serra do Espinhaço), a Depressão Sanfranciscana e a área de planície inundada imediata do rio São Francisco. Os valores oriundos do índice de vegetação foram relevantes para a separação dentro de cada feição geomorfológica, pois se mostrou eficiente na distinção da vegetação natural a outras componentes do espaço geográfico, como exemplos, o solo exposto e a água. Vale registrar que o NDVI calcula na relação das faixas espectrais do vermelho e infravermelho próximo, com variação de -1 a 1 (REDDY; SINGH, 2018). Utilizou-se o software ENVI 5.51 para a classificação e tratamento das imagens de satélites (Figura 26).

Figura 25 – Árvores de decisões (*Decision Tree*) – 1973 a 2019



¹ Licença do Centro Universitário UniFG/Observatório UniFG do Semiárido Nordestino.

Foram realizados aprimoramentos nas classificações com fotointerpretações, trabalhos no campo, principalmente, para as retiradas das áreas de sombra e ajustes das confusões entre os objetos classificados, isso para cada ano delimitado na pesquisa (1973, 1987, 1997, 2007 e 2019). Também, foram utilizados os procedimentos estatísticos do índice Kappa e a exatidão global (LANDIS; KOCH, 1977). Assim, para a avaliação da qualidade da classificação, foram usadas interpretações no campo, imagens de alta resolução do ano de 2018 e 2019 da plataforma Google Earth, sendo nesse último software explorada imagens de resolução espacial menores que 50 cm, compreendendo satélites das séries WorldView (Digital Globe), *GeoEye-1* e as Plêiades da *Airbu*, em especial. Em geral, foi diagnosticado uma exatidão global de 81,33% e um coeficiente *kappa* de 0,629. Isso indica um resultado das classificações de imagens na categoria muito boa (LANDIS; KOCH, 1977).

Vale ressaltar que não foram utilizados o conjunto de dados do projeto de MapBiomias. Apesar da robustez do projeto no tocante ao Brasil, o uso da classificação constituído na presente pesquisa possibilitou maiores liberdades para os ajustes das áreas de confusões entre objetos mapeados na bacia. Além disso, em geral, um mapeamento em uma escala de Brasil, permite maiores erros cartográficos, sendo que critérios mais refinados são salutares para a bacia hidrográfica em questão.

3.4 Técnicas e parâmetros para as análises do espaço geográfico

Na contextualização regional, para declividade, seguiram-se as orientações da Embrapa (2009), com as seguintes classes: plano 0-3%; leve ondulada 3-8%; ondulado 8-20%; forte ondulado 20-45%; e montanhoso 45-75%. Foi adotada a escala de mapeamento para o SRTM de 1:250.000 (MARTINS, 2010). Para os critérios de compartimentação da bacia hidrográfica do rio das Rãs, foi utilizada a base cartográfica Geomorfológica e Geológica do IBGE (2019) e do SRTM, sendo definido a bacia como alto, médio e baixo cursos.

Foram utilizados os dados das estações meteorológicas do INMET, dentro e no entorno da área do estudo, de 2009 a 2019, para precipitação pluviométrica e temperatura. As estações estão localizadas nos municípios de Bom Jesus da Lapa - BA, Carinhanha – BA, Caetité - BA, Guanambi - BA e Espinosa - MG. Não foi possível retroceder mais os dados de precipitação e temperatura, devido à ausência ou falhas de dados, principalmente da estação de Guanambi - BA, a única localizada dentro da bacia. Utilizou-se uma média simples da precipitação para cada estação e, posteriormente, usou-se o procedimento da krigagem, para a constituição de estimativas das faixas de chuvas em mapa. E o gráfico ombrotérmico, de Gaussen, foi usado para avaliar a relação entre a precipitação pluviométrica e a temperatura. O gráfico auxilia no entendimento do período chuvoso e épocas mais secas em 10 anos de análise na bacia. Em específico:

Gaussen, entre outros, propõe um índice de aridez e um gráfico, denominado diagrama ombrotérmico, que relaciona as precipitações e as temperaturas. Baseados nesse índice, Gaussen e Bagnouls organizaram uma classificação empírica com propósito biológico em âmbito mundial. O período seco é aquele em que P é menor ou igual a 2T, ambas médias mensais (TORRES; MACHADO, 2011, p. 142-143).

Assim, os meses em que “P (Precipitação) é menor ou igual a 2T (temperatura)”, são períodos considerados secos ou “biologicamente secos”, como apresenta a fórmula a seguir:

$$P \leq 2T \quad (4)$$

Em que **P** significa a precipitação pluviométrica e **T** a temperatura.

Para o mapa de suscetibilidade natural foi utilizado as recomendações de Crepani et al., (2001), que além de indicar os pesos nos atributos naturais, apresenta um arcabouço teórico para as abordagens relativos à morfogênese e pedogênese, sendo seguidas as orientações dos autores para todas as variáveis selecionadas. Ainda fez se o uso da análise multicritério, sendo constituídas as seguintes etapas: definição das variáveis; organização da base de dados alfanuméricas georreferenciadas e conversões para arquivos matriciais; as representações e análises ambientais (MOURA, 2007).

Foram selecionadas as seguintes bases cartográficas para análise multicritério: Solos (Embrapa, 1973); Geomorfologia (Base original do Radam Brasil - 1975, compilada pelo IBGE - 2019); Geodiversidade (CPRM, 2008, escala de 1:2.500.000); Geologia (Litologia do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2003); Precipitação pluviométrica INIMET (2009 a 2019); Declividade (SRTM, 2000, 1arc segundo, 30 metros, escala de 1:60.000); Altimetria (SRTM, 2000, 1arc segundo, 30 metros, escala de 1:60.000); cobertura vegetal 2019 (Landsat – 8, 30 metros de resolução espacial, 1:60.000).

Para a vegetação, foi considerado o peso 2,0 para as fitofisionomias na Serra do Espinhaço e na Depressão de Guanambi/São Francisco (contatos - Savana/Floresta Estacional Decidual, Savana/Savana-Estépica e Savana-Estépica/Floresta Estacional Decidual); Floresta Estacional Decidual -FED; e Savana). E o peso 2,2 para os tipos de vegetação localizadas nas UC's. Também, o peso 2,8 para áreas especiais (pastagens, culturas anuais e solo exposto). Critérios dos pesos foram sugeridos por Crepani *et al.*, (2001).

Em relação às unidades geológicas ambientais, foram utilizados os pesos entre 1,1 a 3,0 (Tabela 02). Na Geologia foi usada a média dos pesos relativos à litologia, que variou de 1,2 a 2,9 (Tabela 03). Para a precipitação pluviométrica, foi considerada a duração média do período chuvoso de 05 meses (histórico de 2009 a 2019) e a média do acumulado anual dos 10 anos para as estações de Bom Jesus da Lapa - BA, Caetité – BA, Carinhanha – BA, Espinosa – MG e Guanambi – BA, sendo efetuada a razão entre os valores supracitados e a distribuição no espaço geográfico por meio da geoestatística. Artíficios recomendados por Crepani *et al.*, (2001).

Em relação a declividade, seguiram as seguintes classes (percentual): muito baixa (menores que 2%) peso 1,0; para baixa (2 a 6%) peso 1,5; média (6 a 20%) peso 2,0; alta (20 – 50 %) peso 2,5; e muito alta (maiores que 50%) peso 3,0. Relativos aos solos, as seguintes descrições e pesos: aluviais, peso 3,0; litólicos distróficos, peso 3,0; litólicos eutróficos, peso 3,0; areias quartzosas, peso 3,0; cambissolo eutrófico peso 2,5, latossolo vermelho-amarelo peso 1,0; latossolo vermelho escuro, peso 1,0; planossolo, peso 2,0; podzólico vermelho

amarelo, peso 2,0 (CREPANI *et al.*, 2001). Posteriormente foi aplicada a fórmula sugerida por Crepani *et al.*, (2001):

$$V = \frac{(G+G1+D+Vg+S+C)}{6} \quad (5)$$

V = Vulnerabilidade natural a perda do solo

G = Litologia

G1 = Unidade geologia ambiental

D = Declividade

Vg = Cobertura vegetal

S= Solos

C = Intensidade da precipitação pluviométrica de 2006 a 2016

Vale ressaltar que foi considerado o tamanho do pixel de 30 metros para todos os arquivos em formato raster, para realização da análise multicritério por meio da álgebra de mapas.

Tabela 02 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs- Geodiversidade

Unidades geológicas-ambientais	Pesos
Ambiente de planícies aluvionar recentes - Material inconsolidado e de espessura variável que da base para o topo é formado por cascalho, areia e argila.	3,0
Ambiente de terraços aluvionares - Material inconsolidado a semi-consolidado e de espessura variável que da base para o topo é formado por cascalho, areia e argila.	3,0
Depósitos detrito-lateríticos	3,0
Granitóides peraluminosos.	1,1
Síltico-argilosos.	2,7
Metacalcários, calcossilicáticas e xistos calcíferos.	2,9
Metacherts, metarenitos, metapelitos e formações ferríferas.	1,1
Silticos argilosos.	2,7
Quartzitos	1,0
Migmatitos indiferenciados.	1,3
Migmatíticas.	1,3
Migmatitos	1,3
Metacalcários,	2,9
Metarenitos	1,0
Metassedimentos síltico-argilosos,	2,7
Sedimentos arenosos de deposição continental - Arenitos	3,0
Sedimentos siltico-argilosos.	2,7
Sequência sedimentar.	3,0
Vulcânicas ácidas Gnaisses	1,3
Rochas calcárias	2,9
Associadas a talco-xistos,	2,0
Séries graníticas	1,1
Siltico-argilosos	2,7

Fontes: CPRM, 2008; CREPANI, 2001.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Tabela 03 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Unidades litológicas

Litologias	Pesos
Quartzito feldspático (1,0), mica quartzito (1,0), metaconglomerado (2,5)	1,5
Aglomerado (2,5), laterita (3,0), depósitos de areia (2,4), depósitos de argila (2,7)	2,7
Albitito	1,7
Arenito conglomerático, rocha pelítica, arenito	2,4
Argilito (2,7), arenito (2,4), siltito (2,7), lamito, calcário estromatolítico (2,9), arenito conglomerático (2,4), marga (2,9)	2,7
Argilito, silexito, ritmito, marga	2,7
Biotita xisto (1,7), mica quartzito (1,0)	1,4
Calcarenito (2,9), arcóseo (2,6), dolomito, siltito (2,7) , folhelho (2,8) , argilito (2,7), ritmito, Marga	2,8
Calcarenito, dolomito	2,9
Calcarenito (2,9), siltito (2,7)	2,8
Depósitos de areia, depósitos de cascalho	3
Depósitos de argila, depósitos de areia, depósitos de cascalho	3
Diamictito (2,5), arenito (2,4), varvito (2,7), tilito (2,7)	2,6
Filito	2,1
Filito (2,1), quartzito feldspático (1,0)	1,6
Filito (2,1), quartzito feldspático (1,0), mica quartzito (1,0)	1,4
Granito (1,1), granodiorito (1,2)	1,2
Metabasalto (1,5), xisto (2,0), grafita xisto (2,0), rocha calcissilicática (1,7), mármore (2,3), Metachert, formação ferrífera bandada (bif's) (3,0), metakomatiíto, metagabro (1,1)	2,0
Metaconglomerado polimítico	2,5
Metaconglomerado polimítico (2,5), metarcóseo (1,7)	2,1
Metagranito	1,2
Metariodacito	2,0
metasiltito (2,1), ardósia (2,2), conglomerado (2,5), folhelho (2,8), siltito (2,7), metarenito (2,4)	2,5
mica quartzito (1,0), filito (2,1), quartzito feldspático (1,0), metaconglomerado (2,5)	1,7
Mica quartzito	1,0
Granito gnaisse	1,0
Migmatito	1,3
Monzogranito	1,7
Ortognaisse	1,3
Quartzito feldspático (1,7), metaconglomerado (2,5), filito (2,1)	2,1
Quartzito ferruginoso (1,7), grafita xisto (2,0), formação ferrífera bandada (bif's) (3,0), xisto (2,0), rocha calcissilicática (3,0), mármore (2,3), rocha metamáfica (1,5), metakomatiíto	2,3
Quartzo sienito (2,4), granito (1,0)	1,7
Calcissilicática (2,3), formação ferrífera bandada (bif's) (3,0), gnaisse (1,3), mármore (2,3), Rocha metaultramáfica (1,6), metachert (3,0)	2,3
Calcissilicática (3,0), formação ferrífera bandada (bif's) (3,0), mármore (2,3), metachert	2,8
Metapelítica (1,7), metarenito (2,4)	2,1
Pelítica (1,7), arenito (2,4), arenito conglomerático (2,5), conglomerado polimítico (2,5)	2,3
Siltito (2,7), folhelho (2,8)	2,8
Xisto (2,0), formação ferrífera bandada (bif's) (3,0), mármore (2,3), metachert (3,0), formação manganésifera (3,0)	2,7

Fontes: CPRM, 2003; CREPANI, 2001.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Para localização das poligonais e aquisição dos valores de cobertura vegetal, relativos à redução e regeneração da vegetação, entre os anos de 1973-1987, 1987-1997, 1997-2007 e 2007 a 2019, foi utilizado o aplicativo IDRISI (atual TerrSet), *Land Change Modeler* – LCM.

Foi realizada a verificação dos principais fatores (distância de rodovias, localidades, cidades, elevação do terreno e declividade) que podem explicar uma modificação da cobertura vegetal, por meio do teste estatístico exploratório do *Cramer's V*. O teste *Cramer's V* é baseado no qui-quadrado de Person, variando de 0 a 1, sendo que valores acima de 0,15 podem auxiliar na explicação da modificação do uso da terra, o teste indica a potencialidade de uma variável para explicação em uma modificação do uso da terra (MENGUE *et al.*, 2018).

Nesse contexto, no programa ArcGIS 10.2.2, foi realizada a preparação dos dados para o teste *Cramer V*, com a aplicação de distâncias euclidianas nos dados vetoriais de rodovias, das localidades, das cidades. No mesmo software foi efetivado a preparação dos dados de altimetria e declividade (SRTM). Posteriormente, no aplicativo IDRISI, LCM, foi realizado o teste *Cramer V*, que relacionou a modificação da vegetação, a intervalos temporais da presente pesquisa (1973-2019; 1973-1987; 1987-1997; 1997-2007; 2007-2019), para cada variável (distância de rodovias, localidades, cidades, elevação do terreno e declividade), no procedimento *Test and Selection of Site and Driver Variables*.

Para os estoques de biomassa e carbono (acima e abaixo do solo), foram constituídos valores médios (oriundas dos inventários) por tipo de vegetação, bem como, os contatos (Savana/Floresta Estacional Decidual, Savana/Savana-Estépica (caatinga) e Savana-Estépica (caatinga)/Floresta Estacional Decidual), a Floresta Estacional Decidual e a Savana (cerrado). E posteriormente, em ambiente SIG, foram acrescentados os valores médios em cada mancha de vegetação (considerando área das poligonais), organizados por fitofisionomias (Radam Brasil). E, conseqüentemente, a constituição de mapas dos anos analisados (1973, 1987, 1997, 2007 e 2019) para biomassa (acima e abaixo do solo) e carbono (acima e abaixo do solo) (Tabela 04).

Tabela 04 – Valores médios dos Inventários Florestais por fitofisionomias

Tipos de vegetação ¹	Biomassa (t/ha)		Carbono (t/ha)		Nº parcelas	Nº Indivíduos	Área (ha) (Bacia)
	Acima do solo	Abaixo do solo	Acima do Solo	Abaixo do solo			
Contato Savana/Floresta Estacional Decidual	4,275	2,394	2,095	1,164	51	1.904	170.597,22
Contato Savana/Savana-Estéptica	13,596	7,614	6,662	3,731	17	885	5.420,24
Contato Savana-Estéptica/Floresta Estacional Decidual	24,664	13,812	11,494	6,401	55	4.812	694.618,46
Floresta Estacional Decidual Savana	12,793	7,164	6,258	3,509	117	8.259	288.588,21
Savana	14,506	37,715	7,108	18,480	40	1.895	68.160,51

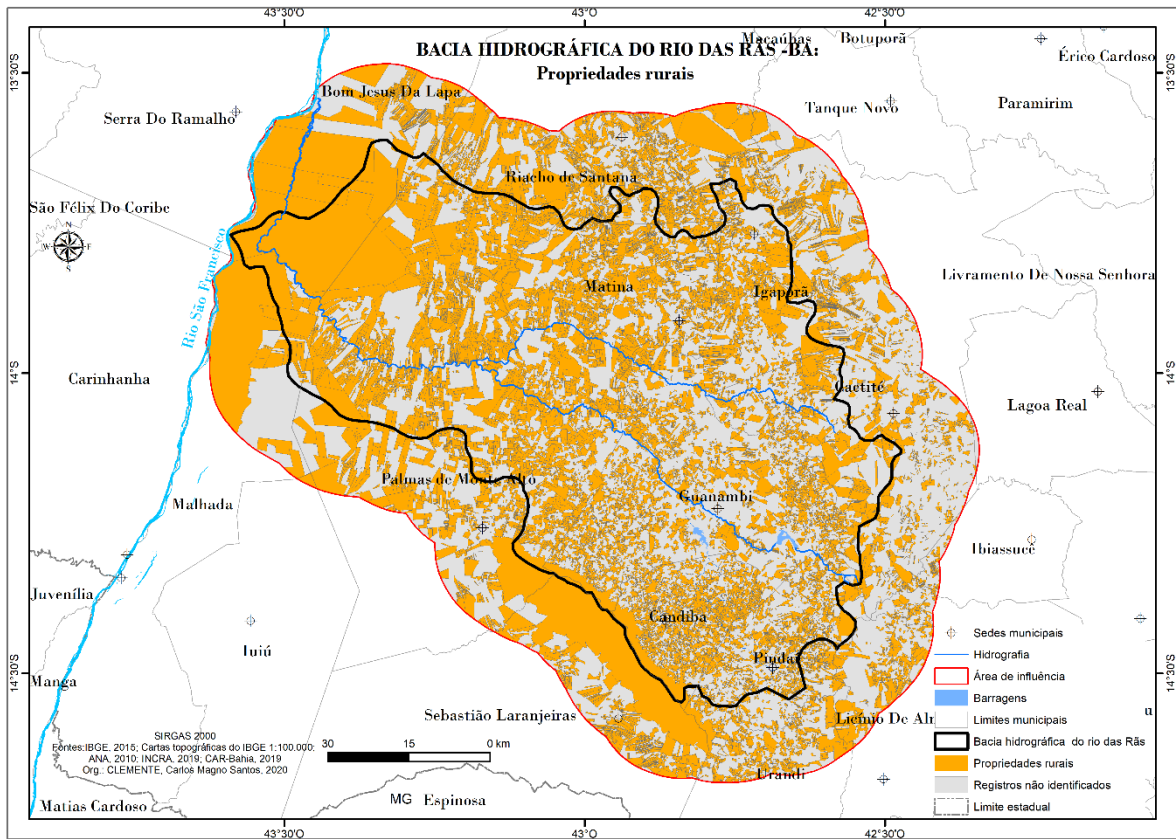
¹Tipo de vegetação pretérita predominante do Radam Brasil na área do estudo.

Fontes: SEIA, 2012-2019; SFB, 2019.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Para realização da análise dos possíveis beneficiados pelos PSA, foi considerada uma quantificação em relação ao tamanho das propriedades. Inicialmente foi realizada a junção das bases cartográficas do CAR-Bahia, INCRA, os limites das UC's, assentamentos rurais e áreas de quilombolas. Para não ocorrer a sobreposição e a duplicação de poligonais, foram aplicadas regras topológicas, por meio do *geodatabase* procedimento *topology* do ArcGIS. E como produto cartográfico final, a estratificação das propriedades rurais, um total de 22.053 limites, com a ocupação de 55% (6.831,44 km²) da bacia e seu entorno (Figura 27).

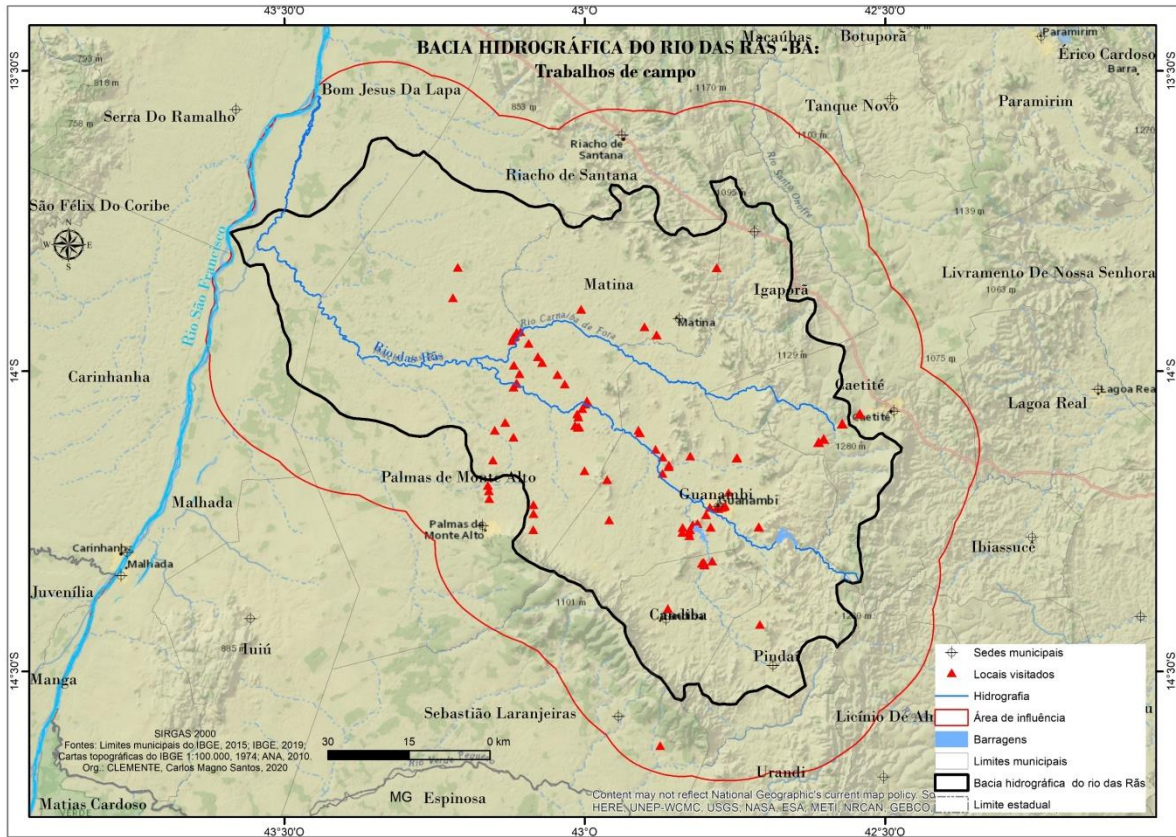
Figura 27 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs – BA: Propriedades rurais



Fontes: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; ANA, 2010; INCRA, 2020; CAR-Bahia, 2019.
Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2020.

Também foram realizados trabalhos de campo para observação, registro e descrição da paisagem, com a seleção de áreas estratégicas de ações antrópicas, manchas de vegetação e feições naturais. As caminhadas livres foram realizadas para os registros de coordenadas, fotografias e anotações (ISACHENKO; REZNIKOV, 1996; CAVALCANTI, 2004). Foram realizados 11 trabalhos de campo, nos dias 22/04/2018, 12/08/2018, 05/04/2019, 26/04/2019, 02/05/2019, 07/06/2019, 26/08/2019, 06/09/2019, 14/09/2019; 27/09/2019; e março de 2020. Isso para dar suporte para a contextualização regional, validação da classificação das imagens dos satélites e os capítulos da análise da vegetação natural, estoques de carbono e PSA (Figura 28).

Figura 28 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Trabalhos de campo



Fontes: IBGE, 2015 Base cartográfica IBGE, 1974; IBGE, 2004; ICMBio, 2019; Trabalhos de campo.
Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2020.

O software ArcGIS 10.2.2² foi utilizado para os procedimentos técnicos e para as representações cartográficas em ambiente SIG. Em relação ao método de categorização das classes nos mapas, foi usado o procedimento manual com a exclusão do zero das classes (MATSUMOTO, *et al.*, 2017).

² Licença do Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial.

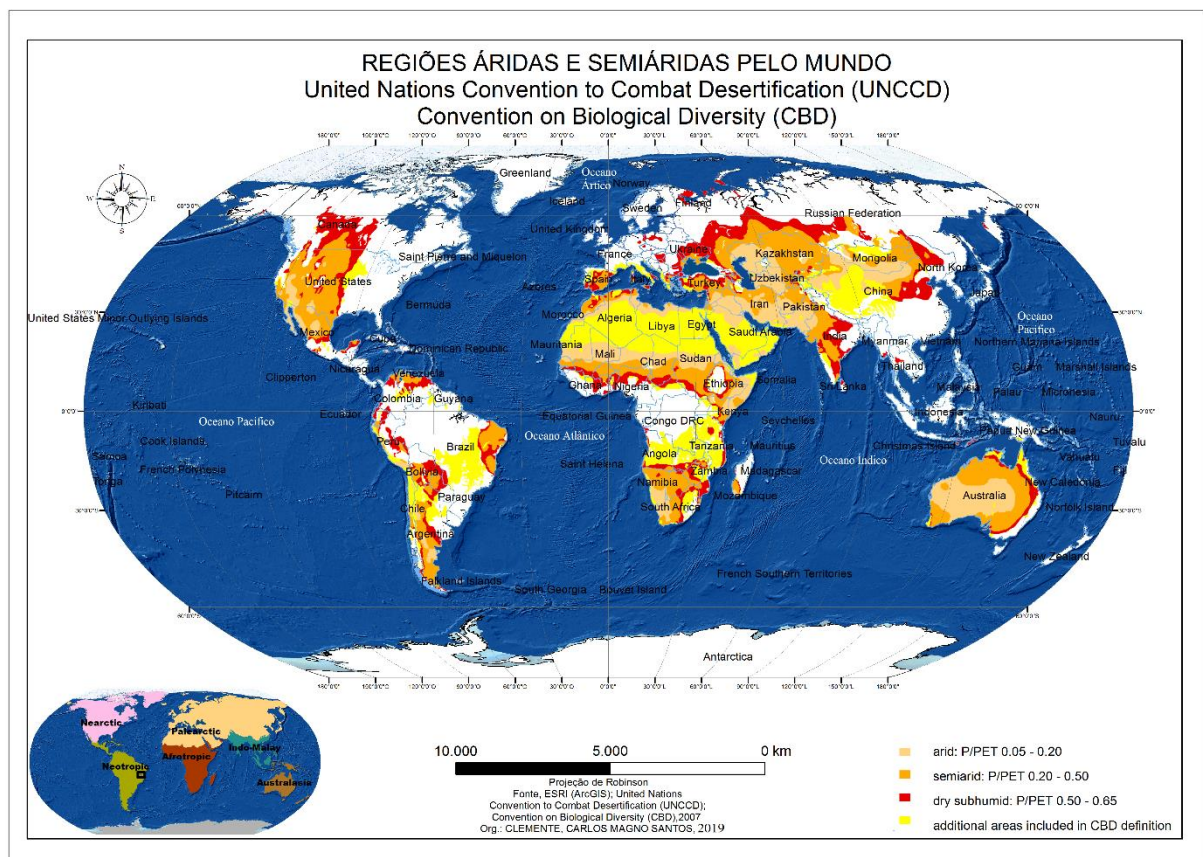
4 CONTEXTUALIZAÇÃO REGIONAL, HISTÓRICO-TERRITORIAL E DO USO DO SOLO

Este capítulo refere-se à contextualização regional, envolvendo semiáridos em escala mundial, da América Latina e o semiárido brasileiro. Além disso, o histórico-territorial, os aspectos da suscetibilidade natural e as particularidades do clima da bacia do rio das Rãs. Uma abordagem que se enquadra nas vertentes da Geografia Regional e dos usos do solo na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno.

4.1 As regiões semiáridas mundiais e a regionalização do semiárido brasileiro

As regiões semiáridas mundiais são definidas de acordo com o índice de aridez, que não supera 0,5%, esse valor baseia-se no histórico de precipitação pluviométrica e a evapotranspiração potencial (BRASIL, 2005). Em geral, 34,88% de áreas do planeta apresentam características áridas, semiáridas e subsumidas secas, com o percentual das seguintes regiões biogeográficas: Australásia (73,29%), Afrotropical (49,5%), Indo-Malaia (27,25 %), Neártico (31,92), Neotropical (27,95 %) e paleártico (36,94%) (Figura 29). De acordo com o IPCC (2007), as porções áridas e semiáridas do planeta se inserem em um cenário vulnerável em relação à mudança do clima, principalmente devido às peculiaridades ecológicas e socioeconômicas de algumas regiões (Figura 29).

Figura 29 – Regiões áridas e semiáridas pelo mundo

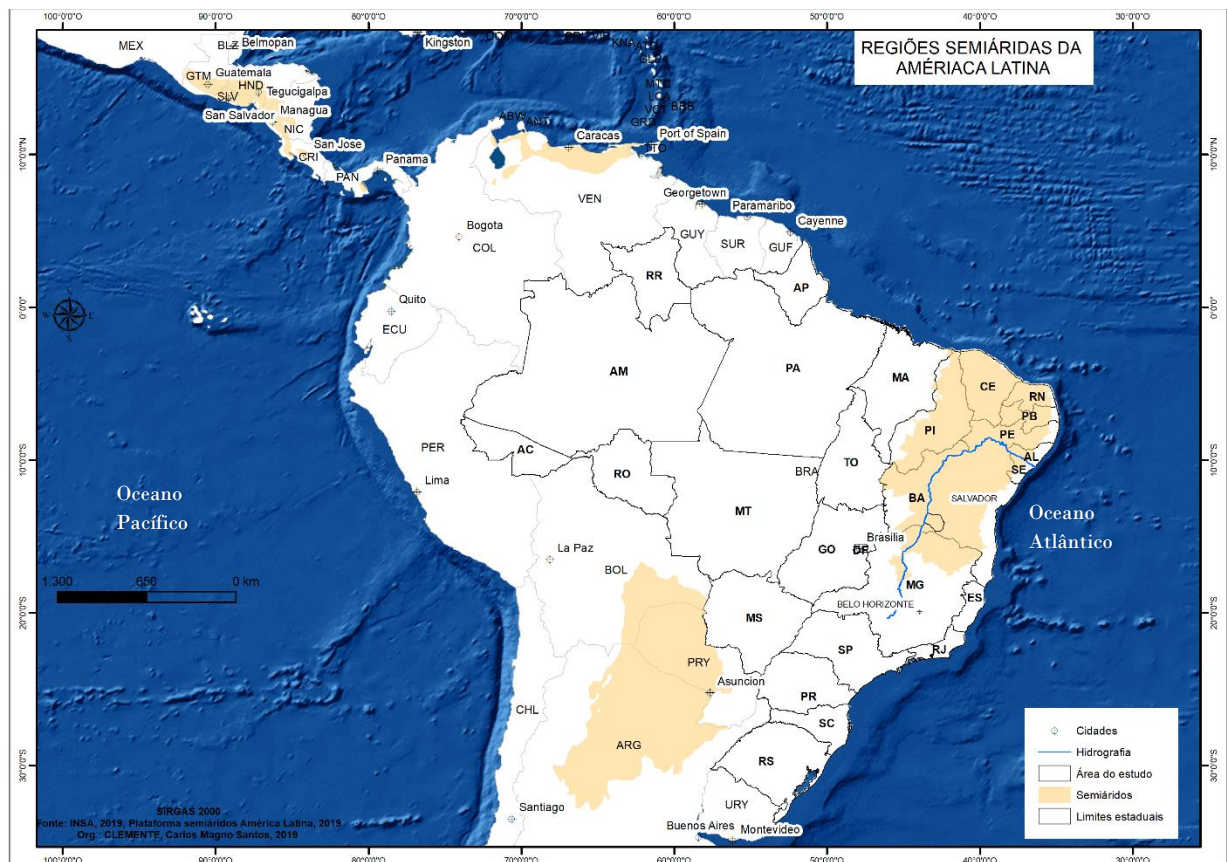


Fonte: UNEP-WCMC, 2007.

Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2019.

Nas Américas Central e do Sul apresentam-se quatro expressivas áreas com características semiáridas: o Chaco semiárido, o corredor seco da América Central, o semiárido da Venezuela e o semiárido brasileiro. O semiárido do Chaco compreende a Bolívia, o Paraguai e o Norte da Argentina, com precipitação anual 750 a 500 milímetros. O corredor seco da América Central compreende os países, de maneira parcial, da Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicarágua e Costa Rica; e o semiárido Venezuelano no extremo norte dessa nação (PLATAFORMA SEMIÁRIDOS DA AMÉRICA LATINA, 2019). O semiárido do Brasil abarca nove estados do nordeste e o norte-nordeste de Minas Gerais (10 estados), envolvendo os biomas do Cerrado (18%), Caatinga (75%) e Mata Atlântica (7%) (IBGE, 2019). A população total do semiárido brasileiro é de 26.061.164 habitantes, sendo 63% localizados na zona urbana (16.454.095 habitantes) e 37% na área rural (9.607.069 moradores), o mais populoso do mundo (AB’SABER, 1999; IBGE, 2004; IBGE, 2010) (Figura 30).

Figura 30 – Exemplos de regiões semiáridas da América Latina



Fonte: Plataforma “semiáridos da América Latina”, 2019.

Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2019.

Apesar do semiárido brasileiro se localizar em uma latitude tropical, faixa com áreas de elevadas precipitações pluviométricas, a região semiárida tem como características a elevada evapotranspiração e os extensos períodos de estiagem de chuvas. Uma hipótese aceitável na comunidade científica sobre as peculiaridades do clima do semiárido brasileiro, refere-se à influência das células de circulações climáticas de Hadley e Walker.

As células de Hadley e Walker têm como predicados as circulações zonais e meridionais, respectivamente, com características de orientações térmicas (convergência e divergência) e “aquecimento do ar por compressão adiabática”, sendo influentes na diminuição da umidade relativa (REBOITA *et al.*, 2016). Soma-se a essa conjuntura de fatores o elevado fluxo de albedo, impactando na diminuição da disponibilidade de nuvens convectivas e, conseqüentemente, a precipitação pluviométrica, sendo constituída uma inversão de umidade e temperatura na região, isto é, o fenômeno da inversão psicotérmica (REBOITA *et al.*, 2016). A Zona de Convergência Intertropical – ZCIT - tem influência na disponibilidade de chuvas no semiárido brasileiro, isso depende de sua posição no extremo norte da região nordeste (REBOITA *et al.*, 2016). Com a localização da ZCIT na latitude 4°, ocorre o aumento na disponibilidade de precipitação pluviométrica, assim como, a sua aproximação com a linha do Equador assevera a escassez da disponibilidade de chuvas na região semiárida (REBOITA *et al.*, 2016).

De acordo com Araújo (2011), o clima da região semiárida do Brasil possui três características centrais. A primeira é a predominância de temperaturas altas durante todo o ano, variando de 15°C a 40°C, com média anual superior aos 24°C, que varia de acordo com a altitude, mas não possui grande amplitude térmica (varia entre 3 a 5°C) e, também, possui altas taxas de insolação. Ainda existem áreas que podem não seguir esse padrão de temperaturas. Esta variação está relacionada ao relevo, bem como, a influência de ventos úmidos (AB' SÁBER, 1999).

A segunda característica marcante é a precipitação pluviométrica, sendo as chuvas concentradas e de pouca duração. Ou seja, “uma irregularidade espaço-temporal e longos períodos de estiagem, em que a maior parte da precipitação, geralmente, ocorre em três meses, com média anual inferior a 800 mm.” (MOURA, 2017, p.01).

Além disso, no Brasil, o semiárido está associado à “região problema”, um estigma social. Uma condição relacionada ao senso comum, que é agravada devido aos padrões climáticos peculiares e aos baixos indicadores socioeconômicos, quando comparada a outras regiões do Brasil. Essa imagem é reforçada pelo destaque dado às condições climáticas, em específico, a “seca” como principal fator para o subdesenvolvimento da região. Desta forma,

nota-se um determinismo ambiental geográfico que sustenta este argumento (RIBEIRO, 1999).

Foram desenvolvidas duas abordagens conceituais do semiárido brasileiro, o combate à seca e a convivência com o semiárido brasileiro (CAMPOS, 2014). Na primeira forma, o combate à seca, configurou-se pela concentração de terras por parte das elites conservadoras regionais. Isso foi reflexo de uma solução de caráter emergencial, na forma de ações públicas, em que existiam obras hidráulicas que asseguravam benefícios para a elite latifundiária. Por outro lado, a segunda forma, a abordagem de convivência com o semiárido, teve como concepção o desenvolvimento sustentável e a relação entre o homem e a natureza de forma harmônica, sendo priorizada a qualidade de vida da população sertaneja e uma economia adaptada à vida no semiárido (SILVA, 2003).

As primeiras intervenções governamentais direcionadas para o semiárido brasileiro têm como marco histórico a segunda metade do século XIX (1877 a 1879), período que registrou a “Grande Seca” na região semiárida (CAMPOS, 2014). A “Grande Seca” foi registrada pelo jornalista americano Herbert H. Smith, em viagem realizada para fins de estudos. Nesse período, notou-se uma elevada mortalidade na população da província do Ceará (CAMPOS, 2014).

Os registros científicos apontam para períodos de secas severas e extremas desde o início do século XX, sendo que as secas severas são datadas em 1907, 1908, 1915, 1919, 1942, 1980, 1983, 1990, 1992, 1993, 1998 e 2016, e as secas extremas foram registradas nos anos de 1932 e 2012 e a seca excepcional 1903. Vale registrar que as secas severas e extremas impactam negativamente no contexto socioambiental e econômico, ocasionando a ocorrência de incêndios, degradação das pastagens, perdas de culturas, escassez de água e o uso da água pela população. Em relação a seca excepcional, evidencia-se um estado de emergência (BURITI; BARBOSA, 2018).

Em 1909 foi constituída a Inspetoria de Obras Contra a Seca – IOCS, que posteriormente, no ano de 1945, foi nomeada como Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS. Essa instituição apresentou esforços de mapeamento, na primeira metade do século XX, que culminou na delimitação embrionária do semiárido, nomeada como polígono das secas em 1936 (Figura 20). No ano de 1959, foi criada a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, que teve como área de atuação o nordeste e as áreas incluídas no polígono da seca, no norte de Minas Gerais (BURITI; BARBOSA, 2018).

A SUDENE avançou no processo de regionalização do semiárido brasileiro em 1989, por meio da lei 7.827. O critério para delimitação foi a precipitação pluviométrica, anual média, inferior igual a 800 m.m. Em 1995, com a portaria 1.181, uma nova delimitação foi proposta, abarcando 1.031 municípios (Figura 31).

Com a extinção da SUDENE em 2001, o Ministério da Integração Nacional – MI assumiu a administração do semiárido brasileiro. E foi realizada uma revisão da delimitação do semiárido brasileiro, pois a SUDENE considerou somente a precipitação pluviométrica como parâmetro climático, característica que se mostrou insuficiente e deficitária para definir a região. Nesse contexto, foi constituído um Grupo de Trabalho Interministerial – GTI, com o propósito de realizar a nova delimitação do semiárido brasileiro, por meio de outros critérios que fossem fidedignos à realidade da região representada (BRASIL, 2005). Com o GTI, “critérios foram aplicados consistentemente a todos os municípios que pertencem à área da antiga SUDENE, inclusive os municípios do norte de Minas e do Espírito Santo” (BRASIL, 2005, p. 3). Os três parâmetros utilizados no processo regionalização atuais da região semiárida brasileira são:

- a) precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; b) índice de aridez de até 0,5, calculado pelo balanço hídrico, que relaciona a precipitação e a evapotranspiração potencial no período entre 1961 e 1990; e c) risco de seca maior que 60%, tomando-se como base o período entre 1970 e 1990. (BRASIL, 2005, p. 24).

Como consequência disso,

Além dos 1.031 municípios já incorporados, passam a fazer parte do semiárido outros 102 novos municípios enquadrados em pelo menos um dos três critérios utilizados. Com essa atualização, a área classificada oficialmente como semiárido brasileiro aumentou de 892.309,4 km para 969.589,4 km, um acréscimo de 8,66%. Minas Gerais teve o maior número de inclusões na nova lista – dos 40 municípios anteriores, vai para 85, variação de 112,5% (BRASIL, 2005, p. 05).

Ao final do processo de 2005, por meio de critérios técnicos e políticos, a região semiárida brasileira foi consolidada com 1.135 municípios (Figura 31). De acordo com o IBGE (2017, p. 01) “a finalidade principal é a identificação das unidades político-administrativas do Brasil localizadas na região semiárida brasileira, a qual se habilita a tratamento específico em função de suas características climáticas.” Em complemento, existe o comprometimento do governo e do órgão responsável pela regionalização para promover a diminuição das desigualdades entre as regiões existentes no Brasil. Além da promoção do desenvolvimento regional, por meio da delimitação da região do semiárido brasileiro para elaboração de políticas públicas assertivas (BRASIL, 2005).

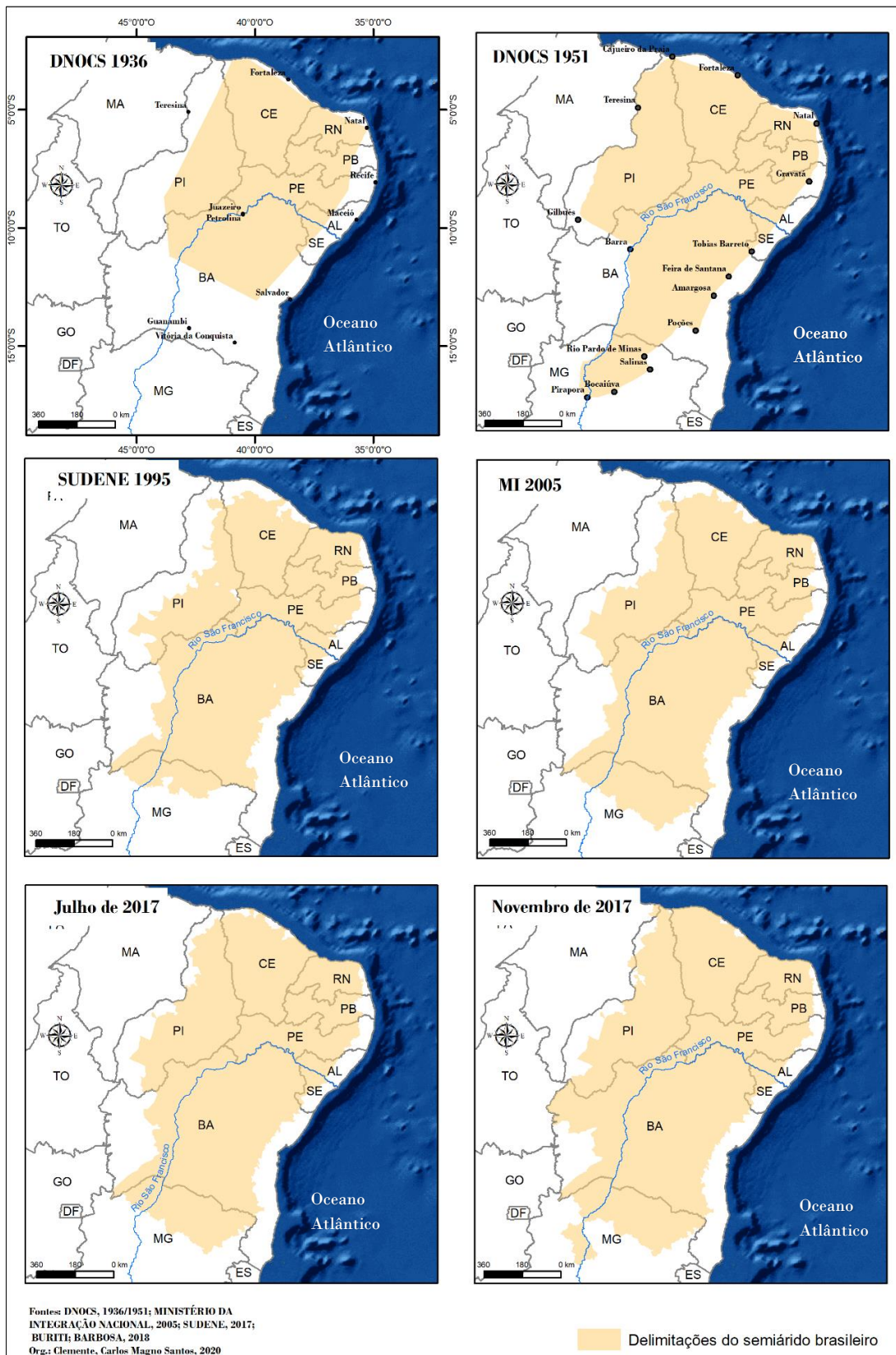
E doze anos após essa última delimitação (2005), foram apresentadas duas propostas

de modificação do limite do semiárido brasileiro. Em julho de 2017, outro GT definiu a inserção de mais 54 municípios na região semiárida, totalizando 1.189 municipalidades. Em novembro de 2017, o GT – 2014 sugeriu à análise do conselho superior da SUDENE à inserção de mais 73 municípios, para adequações dos indicadores e contiguidade geográfica, configurando o semiárido de 1.262 municipalidades (SUDENE, 2017). Vale ressaltar que a SUDENE ressurgiu em janeiro de 2007 com a “administração de fundos constitucionais e à concessão de benefícios fiscais ao setor privado” (COSTA, 2016). Em 2019, o MI foi fundido com o ministério das cidades, sendo constituído o ministério do Desenvolvimento Regional (Figura 31).

Nesse contexto, recursos governamentais para o semiárido são apresentados em plataformas institucionais como o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste – FNE - e do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF – para a região semiárida (Figura 31).

Os municípios da região semiárida teriam “adimplência de 25% dos recursos do FNE e Produtores rurais beneficiários do Pronaf do semiárido, têm à disposição crédito com juros de 1% ao ano (BRASIL, 2005). Entre outras ações governamentais no semiárido brasileiro, atualmente, constituíram - se grupos de trabalhos e recursos para melhoria de cadeias produtivas na região semiárida. Em complemento, de acordo com a Secretaria de Desenvolvimento Rural do estado da Bahia (2016), os investimentos na região semiárida estão aumentando desde 2007. A secretaria também prevê o aumento de investimento no setor público da região, por meio da implementação da metodologia Pró-Semiárido (que consiste em visitas técnicas, diagnósticas e de identificação de demandas da população local), que permite a alocação de recurso financeiro para promoção da inserção da população no mercado de trabalho.

Figura 31 – Evolução da delimitação do semiárido brasileiro – 1936 a 2017



Fontes: DNOCS, 1936/1951; MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2005; SUDENE, 2017; BURITI; BARBOSA, 2018.

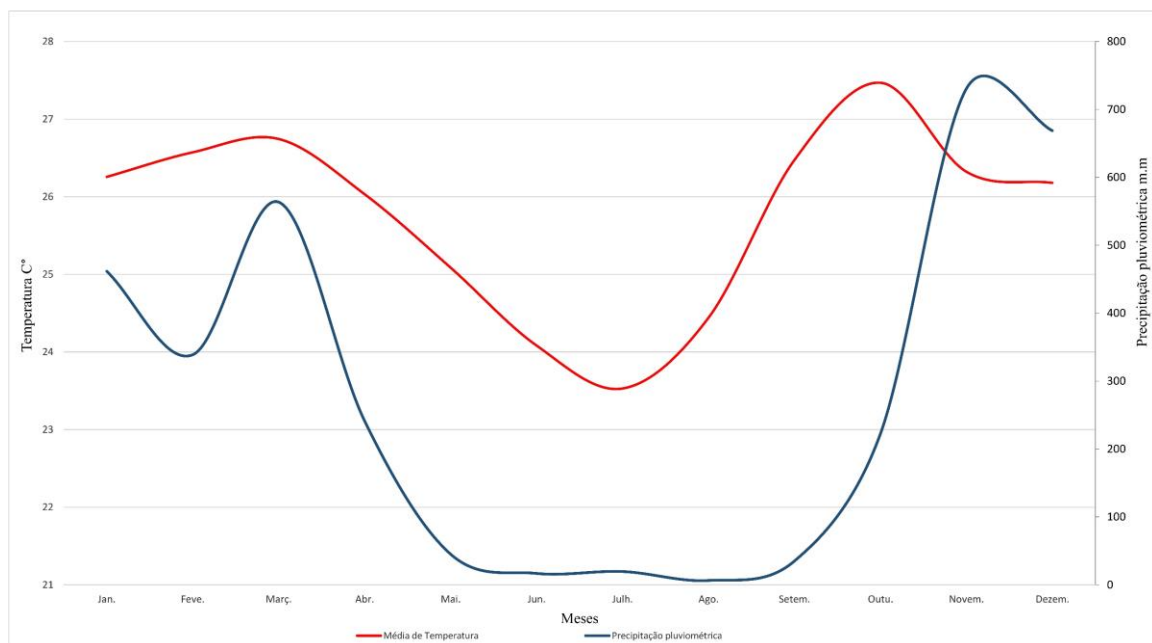
Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2020.

Apesar das prioridades técnicas e políticas destinadas para delimitação do semiárido brasileiro, pesquisas apontam o pertencimento e o uso da nomenclatura semiárido nos diálogos da população. Um bom exemplo foi o estudo realizado no estado da Bahia por Vaz (2016), que, dentre outros objetivos, teve como intuito analisar os conceitos de sertão e semiárido a partir dos grupos culturais, e teve como um dos resultados o entendimento do lugar também como o semiárido por parte dos grupos entrevistados. Em específico Vaz (2016), destaca:

Para muitos entrevistados o sertão e o semiárido estão em-relação, sendo, portanto, muito difícil diferenciar um do outro. Para os entrevistados que fazem diferenciação entre eles, o sertão está mais relacionado aos aspectos culturais, enquanto o semiárido está mais voltado para as questões da dinâmica da natureza (VAZ, 2016, p. 133).

Diante da conjuntura regional, a bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno localiza-se no cenário do semiárido baiano (417 municípios). De 2009 a 2019, a bacia apresenta nove (9) meses de seca (períodos biologicamente secos), dos meses de janeiro a setembro, apesar da elevação da precipitação pluviométrica em março. Entre maio e setembro ocorre um período de baixa nas chuvas, sendo asseverada a relação da precipitação e a temperatura em setembro (elevada temperatura e baixa precipitação pluviométrica). E de outubro a dezembro são os meses de mais prosperidade em relação a precipitação pluviométrica, com picos de chuvas em novembro, um período em que os incrementos da precipitação pluviométrica ultrapassa a temperatura.

Figura 32 – Ombrotérmico de Gaussen – 2009 a 2019



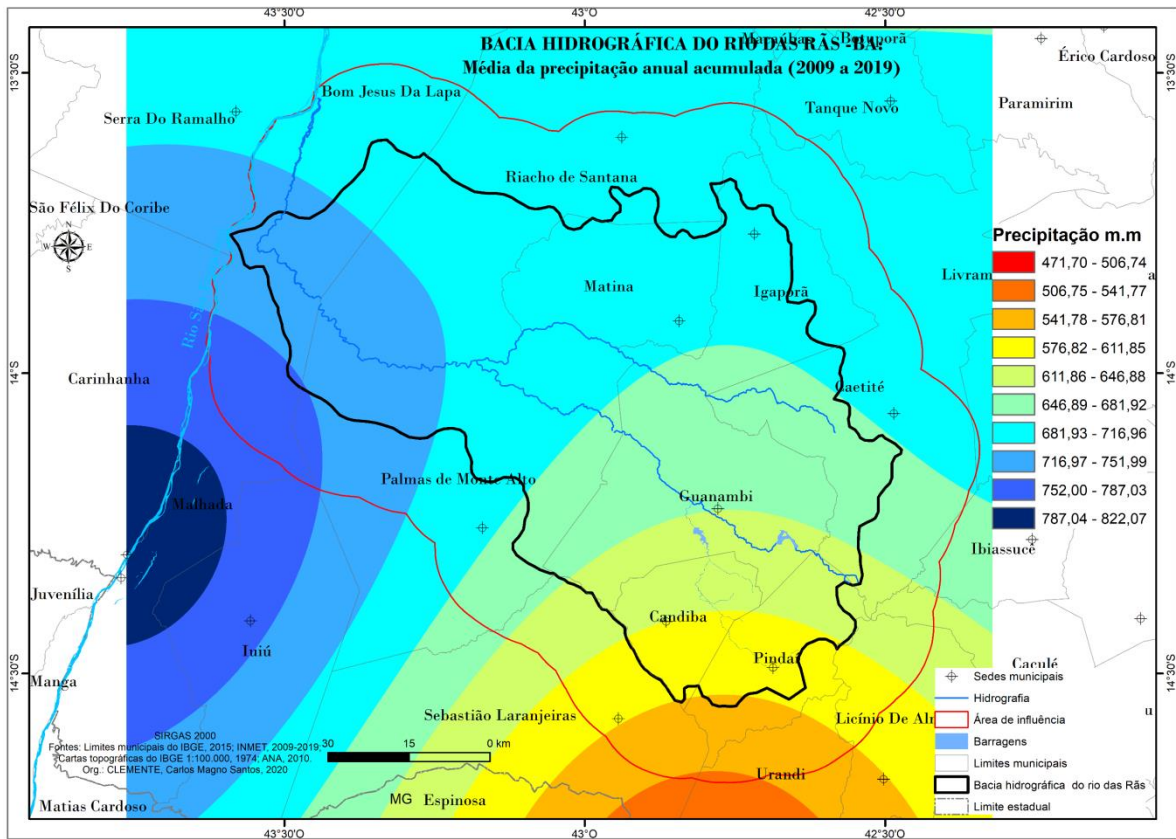
Fonte: INMET, 2009 a 2019.

Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2021.

Na área do estudo, as normais climatológicas (Instituto Nacional de Meteorologia – INMET) indicam precipitação pluviométrica entre 650 a 1.050 m.m (CLEMENTE, *et al.*, 2017). Os valores de precipitação pluviométrica abaixo da mínima da normal climatologia (650 m.m) têm predominância na estação de Espinosa (MG), divisa entre os estados de Minas Gerais e Bahia, alcançando 576 m.m. E os valores mais elevados de chuvas, nos limiares das normais do INMET, na estação de Carinhanha, nas proximidades do rio São Francisco, com valores acima de 700 m.m (CLEMENTE *et al.*, 2017). Alguns indicadores locais podem influenciar na dinâmica da precipitação pluviométrica, as feições geomorfológicas como a diferenciação da dinâmica das chuvas na depressão de Guanambi em relação a Serra do Espinhaço. Soma a essa conjuntura de influência na dinâmica local de chuvas, o São Francisco a ocidente da bacia (Figura 33).

A precipitação pluviométrica variou de 471,70 a 822,07 m.m na bacia e seu entorno. Percebe-se uma irregularidade espaço-temporal da precipitação pluviométrica na área do estudo, com elevados indicadores a oeste e menores possibilidades de chuvas a norte e sul da bacia hidrográfica e seu entorno (Figura 33). As implicações relativas à precipitação pluviométrica, em regiões semiáridas, ocorrem pela concentração de chuvas em um curto período e de maneira irregular no espaço e tempo, o que pode causar o efeito “runoff” (“movimento de massa de água”) em algumas ocasiões (CREPANI *et al.*, 2001; FONSÊCA *et al.*, 2017).

Figura 33 – Média da precipitação anual acumulada (2009 a 2019)



Fonte: Limites municipais do IBGE, 2015; INMET, 2006-2016; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000, 1974; ANA, 2010.

Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2020.

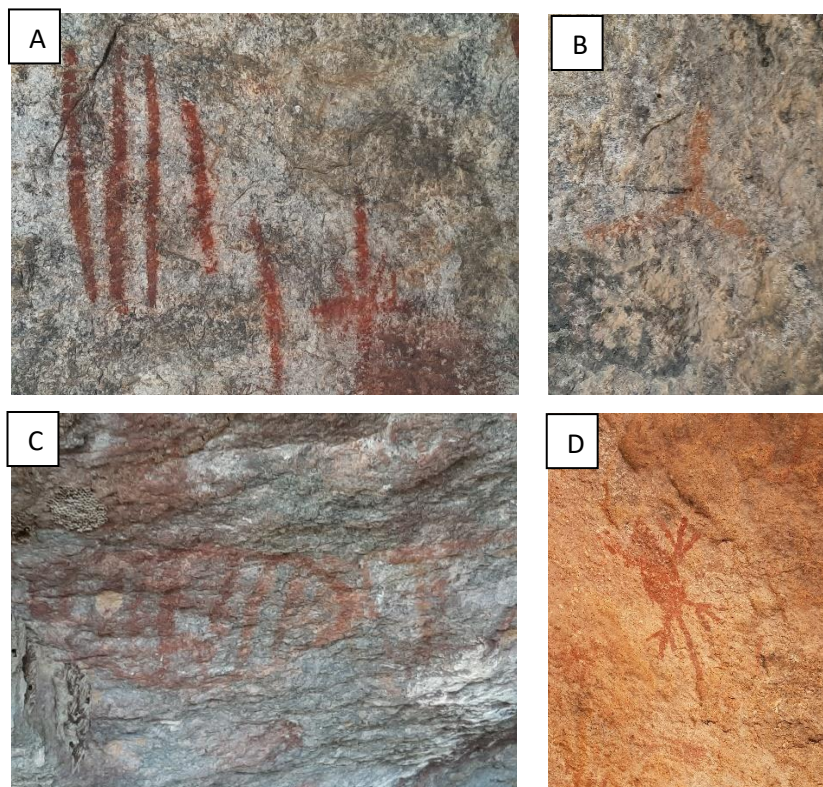
Nesse contexto, aspectos da ocupação territorial foram estabelecidos na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno em um contexto do semiárido baiano, relevante para o entendimento dos impactos socioambientais na área do estudo.

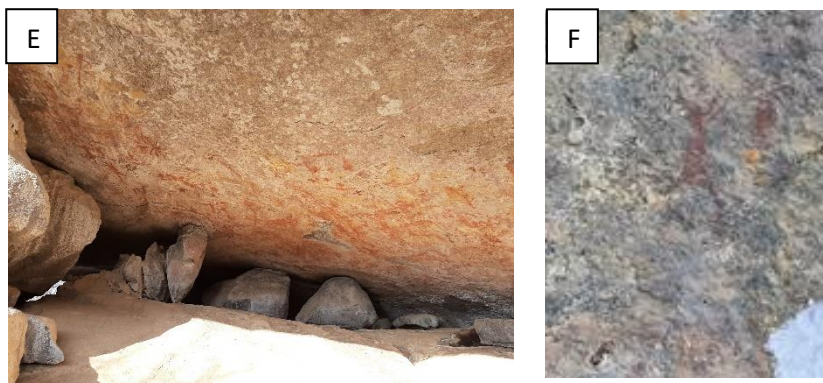
4.2 Aspectos históricos da ocupação territorial

Os indícios de civilizações antigas, apresentadas, principalmente, em registros ou pinturas rupestres, encontradas na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno, sugerem grupos de tradições nordestinas, que se caracterizavam por indicações de “caça, atividade econômica, sexo e dança” (SILVA, 2015). Registros no Norte de Minas Gerais, próximo da divisa da Bahia, apontam para datações entre 6.000 a 9.000 anos atrás.

Além disso, as pinturas rupestres encontradas na área do estudo são semelhantes as descobertas nos estados do Sergipe, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, com datações que podem chegar a 12.000, uma das mais antigas do Brasil (RIBEIRO, 2007; SILVA, 2015). Ferreira (1958) sugere a presença de tribos das etnias mariquitas, Pankararu, Canindés, Caetés, entre outros (Figura 34).

Figura 34 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: pinturas rupestres





Municípios de Guanambi e Candiba.

Fonte: Aatoria, Clemente, Carlos Magno Santos, 2019.

No final dos séculos XVII e início do XVIII, os bandeirantes portugueses adentraram na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno, orientados por missões religiosas, que, entre outras ações, influenciou na arquitetura local como as construções de capelas e a catequização dos nativos. Exemplificam-se nomes dos portugueses José Velasquez Santiago, Garcia d'Ávila, alferes Francisco Pereira de Barros, Antônio Fernandes Baleeiro, José Fernandes Baleeiro, Estêvão Pinho, Dr. João Calmon, à Dona Joana de Brito. Além disso citam-se relevantes doações da fazenda Carnaíba de Dentro por Joaquim Dias Guimarães, início do município de Guanambi. No decorrer do processo de estabelecimento territorial, práticas agrícolas e a criação de gado foram expandidas, sendo denominadas algumas regiões da bacia hidrográfica em questão como “curral dos bois” (FERREIRA, 1958).

As populações indígenas antigas da Bahia utilizavam o algodão de maneira artesanal, em especial, em objetos de caça. Porém, os portugueses introduziram o caráter agrícola do algodão no estado baiano, culturas presentes também com expressividade nos estados do Pernambuco, Paraíba e Maranhão, entre os séculos XVIII e XIX (GONÇALVES; RAMOS, 2008).

A segunda metade do XX, em específico início da década de 1970, foi marcada pela expansão algodoeira na bacia e seu entorno, nos cursos médio e baixo. O algodão se destacava no plantio da região, com variedades do “mocó, quebradinho, rim-de-boi e maranhão”. Um marco histórico algodoeiro foi a inauguração de uma empresa, em 1912, para o beneficiamento do algodão, denominada “Empresa”. Na década de 1970, a região popularmente conhecida como “Vale do Iuiú” (oeste da bacia e seu entorno), alcançou o plantio de 120 mil toneladas e uma área plantada de 150 mil hectares. E no final da década de 1980, o algodão se estabeleceu em uma área de 330.262 ha e ocupou no mercado de trabalho, aproximadamente, 300.000 famílias (FERNANDES, 2004). Em 1988, a produção contribuiu para 19% do total produzido de algodão no país, alcançando números de 140 mil

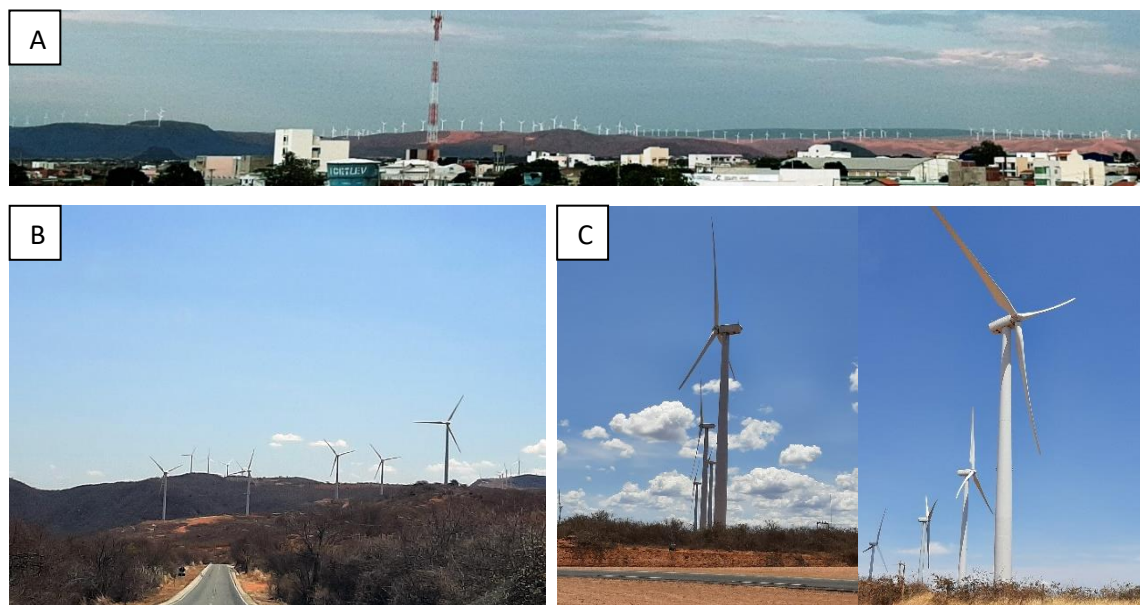
toneladas. Entretanto, na década de 1990, ocorreu o declínio da produção algodoeira, como menciona Fernandes (2004):

A partir da década de 1990, fatores estruturais e conjunturais, tais como: irregularidade climática, especialmente chuva (considerada de alto risco do ponto de vista agrícola); manejo incorreto dos solos; incidência crescente de pragas (bicudo, lagartas, mosca branca); inadequada ou deficiente difusão e/ou adoção de tecnologias, particularmente por falta de pesquisas apropriadas para a região; dificuldade de crédito; juros e inflação altos, associados aos preços baixos pagos aos produtores, contribuíram decisivamente para a decadência da cotonicultura e, conseqüentemente, de forma drástica, para a debacle da economia regional (FERNANDES, 2004, p. 04).

O fenômeno do algodão ocasionou a modificação do uso da terra na bacia e seu entorno. E durante e após o período da expansão do plantio do algodão na bacia, ocorreram práticas concomitantes como a criação de gado / pastagens e a exploração da madeira para o carvão. Atualmente, as áreas de pastagens para criação bovina estão em toda a área de estudo, porém, com maiores intensidades nas municipalidades de Guanambi - BA, Palma de Monte Alto - BA, Riacho de Santana - BA e sul do município de Bom Jesus da Lapa - BA, concentradas em latifúndios. E a ocorrência da extração de madeira para carvão é uma prática ainda presente na bacia e seu entorno. Porém, outro fator pode ter ocorrido, como a elevação de regeneração da vegetação em áreas abandonadas pela agropecuária ou terrenos remotos.

Com o declínio do algodão, no final da década de 1980 e início dos anos de 1990, ocorreu a modificação econômica da região, com a reestruturação e fortalecimento do comércio e serviços do município de Guanambi por exemplo, que se tornou o centro regional (PEREIRA, 2013). Soma-se ao contexto econômico atual, investimentos em parques eólicos na serra do Espinhaço, com um total de 1.258 aerogeradores instalados. Compreendendo as municipalidades de Urandi e Caetité, a nordeste, para além da bacia hidrográfica e seu entorno, totalizam-se 1.384 torres eólicas ou aerogeradores. Apesar de Comissões de Acompanhamentos - CAE - e regimentos para atenções ao deslocamento de solos e rochas para áreas de nascentes, reflexões devem ser direcionadas para o momento da implantação e da consolidação dos parques eólicos. Primeiro relativo à abertura de estradas que comportem a passagem de carretas carregadas de peças das torres eólicas, uma supressão da cobertura vegetal e diminuição dos estoques de carbono. Também, o estabelecimento de torres eólicas em áreas de recarga hídrica da bacia, um impacto sensível no aspecto socioambiental, pois a bacia localiza-se no contexto regional do semiárido baiano na bacia do rio São Francisco (Figuras 35 e 36).

Figura 35 – Complexo Eólico na Serra do Espinhaço



A – Foto panorâmica das torres eólicas da serra do Espinhaço, cidade de Guanambi em setembro de 2019; B) Torres Eólicas na BR 030, setembro de 2019 C) Torres Eólicas próximo ao distrito de Morrinhos, município de Guanambi, setembro de 2019.

Fonte: Aatoria, Clemente, Carlos Magno Santos, 2019.

Em relação a mineração, projetam-se a exploração mineral e a construção de uma barragem de rejeito de minério, a leste da bacia hidrográfica do rio das Rãs, em específico, na parte alta do limite natural, a montante da barragem de Ceraíma, do distrito e da sede de Guanambi e distante, da barragem a foz, a 135 km (em linha reta) do rio São Francisco (rio federal). Em suma, uma barragem de rejeito de minério projetada nas proximidades de áreas de nascentes, de recarga hídrica e no curso alto da bacia. Moreira (2015, pag. 252) chama atenção para essa situação como uma “convergência perigosa a superposição do trinômio água-minério de ferro-paisagem”. Nesse contexto, em 2019, emergiu na sociedade guanambiense, sem cunho partidário, o movimento “Vida Sim Barragem Não”, mobilização contra a construção da barragem de rejeito de minério (Figura 36). Uma tendência de investimentos na mineração que também é notada no norte de Minas e no sul da Bahia, com o projeto Sul-Americana de Metais – SAM, com a construção de um mineroduto.

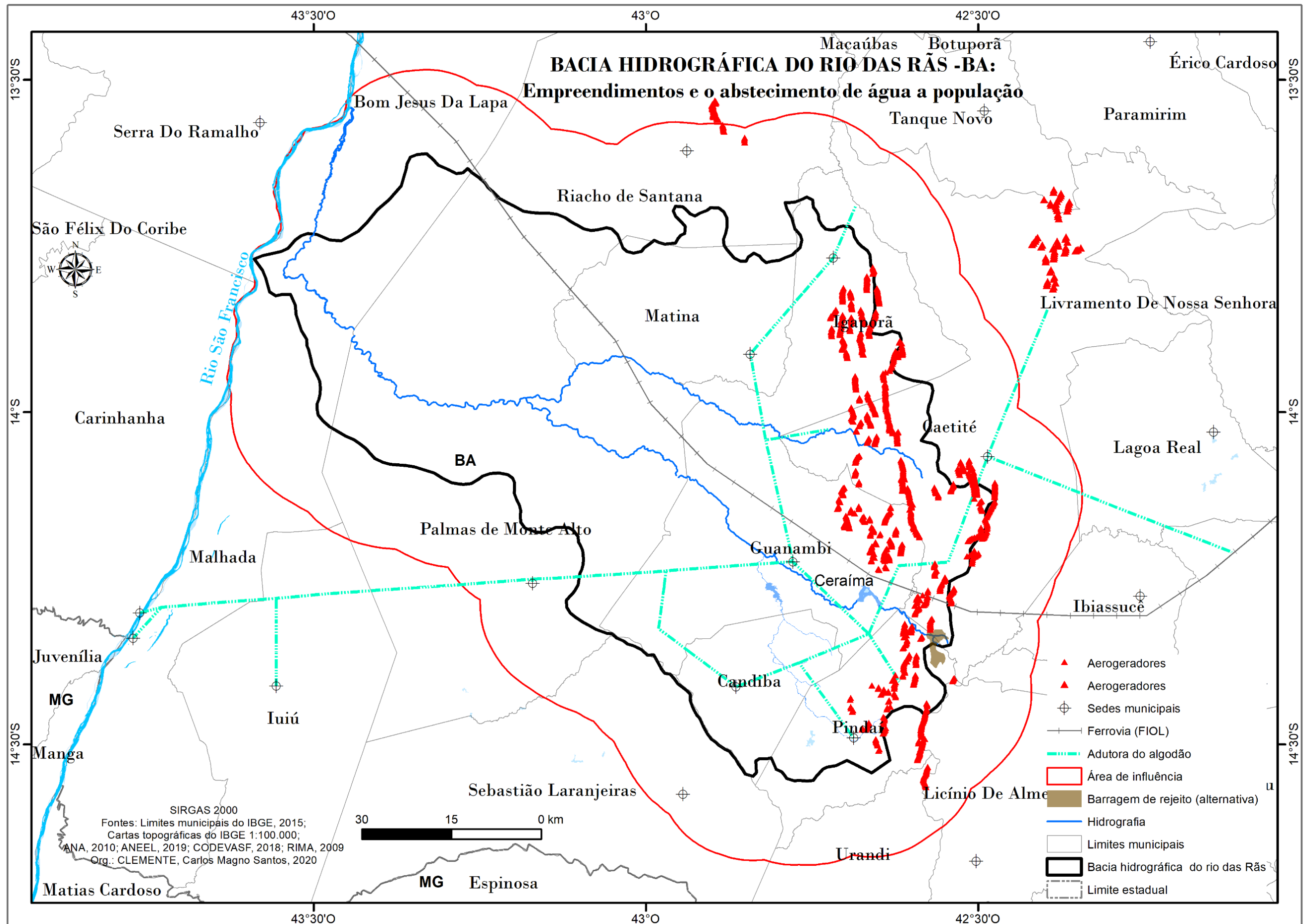
Conciliado com os investimentos regionais, apresenta-se o projeto denominado Ferrovia de Integração Oeste-Leste – FIOL. A obra pretende realizar a ligação entre o Porto de Ilhéus (BA) a Figueirópolis (TO), em uma extensão aproximada de 1.527 km, com um investimento previsto de 3,4 bilhões (VALEC, 2019). Esse trecho também irá escoar o minério da exploração da empresa Bahia Mineração (Figura 36).

Essa conjuntura de intervenções antrópicas realça as atenções para a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio das Rãs, principalmente devido ao histórico de escassez hídrica na bacia (Figura 36).

O açude de Ceraíma, localizado no município de Guanambi – BA, era o principal distribuidor de água para consumo humano da região, sendo que o reservatório abasteceu os distritos sedes de Guanambi, Pindaí e Candiba até a primeira década dos anos 2000. Porém, no início dos anos de 2010, a crise hídrica do açude de Ceraíma dificultou o abastecimento da água (PEREIRA, 2013). Assim, em novembro de 2012, foi inaugurada a primeira fase da rede de distribuição de água para a população, a “Adutora do Algodão”, com a origem da água oriunda do rio São Francisco (Figura 36). Sua primeira fase, inaugurada em 2012, conta com 265 km de tubulação, abrangendo os municípios de Guanambi, Pindaí, Candiba, Palmas de Monte Alto, Iuiú, Malhada e Matina. A segunda fase irá expandir o abastecimento para a municipalidade de Caetité e as localidades de Maniaçu, Morrinhos e Ibitira (PEREIRA, 2013; CODEVASF, 2018).

Diante dessa conjuntura histórico-territorial e do uso e ocupação do uso do solo, configuram-se extensões mais suscetíveis ao contexto natural da bacia e seu entorno.

Figura 36 – Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Empreendimentos eólicos, mineração e o abastecimento de água a população



Fontes: IBGE, 2015 Base cartográfica IBGE, 1974; CODEVASF, 2018; ANEEL, 2019; RIMA, 2009.
Org.: Clemente, Carlos Magno Santos, 2019.

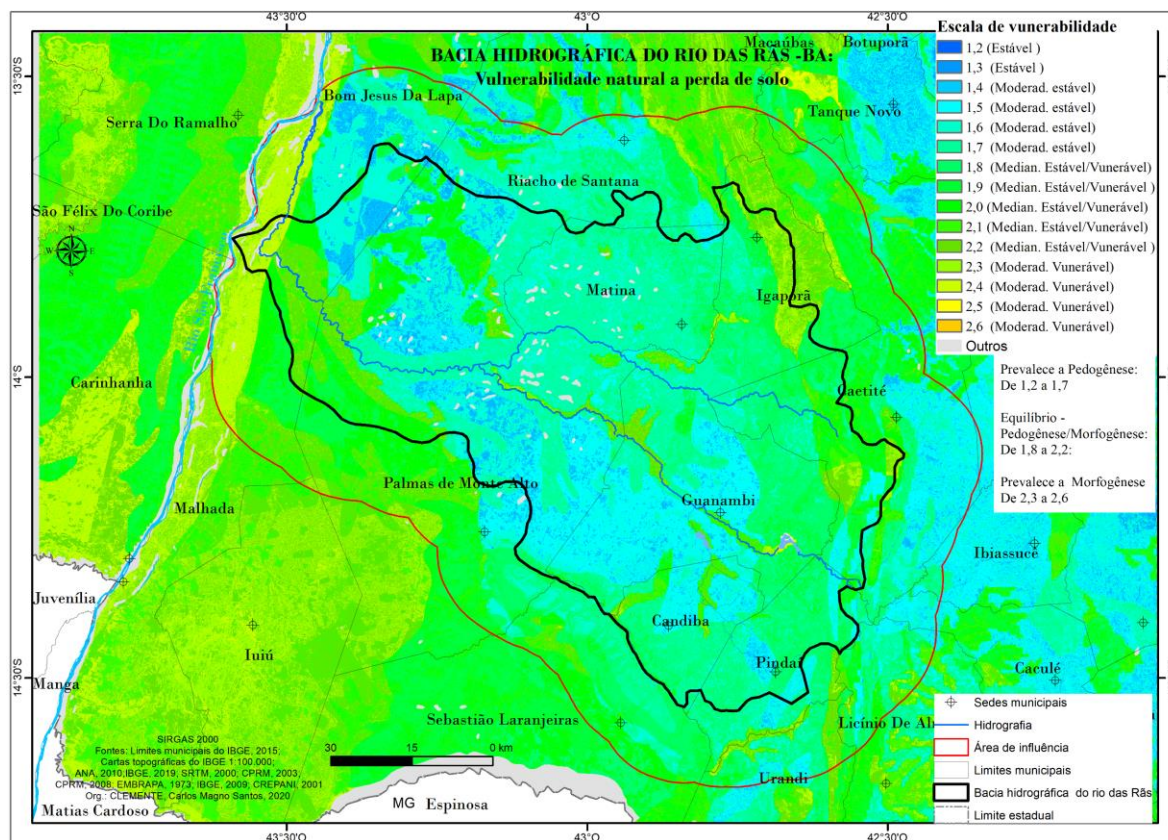
4.3 Suscetibilidade natural

Para Tricart (1977), a conceituação de ecodinâmica compreende uma abordagem holística da paisagem, com a mensuração e análise das permutas de energias e matérias relacionadas a um equilíbrio dinâmico. A vulnerabilidade natural à perda de solo na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno não alcançou o nível máximo na escala das unidades de paisagens naturais, intervalo proposto por Crepani (2001). Compreendeu um total de 1,2 a 2,6, em específico, abrangendo as seguintes classes: de 1,2 a 1,3 a categoria estável; entre 1,4 a 1,7 moderadamente estável; de 1,8 a 2,2 medianamente estável/vulnerável e de 2,3 a 2,6 moderadamente vulnerável (Figura 37).

Em geral, as áreas da categoria estável (1,2 a 1,7) ocupam 48% (605.712,42 ha / 6.057,12 km²), o equilíbrio entre a morfogênese/pedogênese (1,8 a 2,2) uma extensão de 45% (566.425,33 ha / 5.664,25 km²) e moderadamente vulnerável uma área de 5,46 % (67.760,25 ha / 677,60 km²) na bacia e seu entorno. Observa-se a prevalência dos processos de pedogênese e de situações de equilíbrio entre as dinâmicas da pedogênese/morfogênese na bacia hidrográfica e na sua área de influência. Indicando maiores tendências de componentes formadores de solos, com o predomínio de colorações azul e verde no mapa (Figura 37).

De acordo com Tricart (1977), “quando predomina a morfogênese prevalecem os processos erosivos, modificadores das formas de relevo, quando predomina a pedogênese prevalecem os processos formadores de solos” e as áreas em condições intermediários ou intergrades (morfogênese e pedogênese) (TRICART 1977; CREPANI, 2001).

Figura 37 - Vulnerabilidade natural a perda de solo



Escala de cores conforme Crepani, 2001

Fontes: Limites municipais do IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; ANA, 2010; IBGE, 2019; SRTM, 2000; CPRM, 2003; CPRM, 2008; EMBRAPA, 1973; IBGE, 2009; CREPANI, 2001.
Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

O processo de pedogênese ou de formadores dos solos são nítidos em terrenos localizados na depressão de Guanambi e do São Francisco, principalmente em locais de ocorrência da cobertura vegetal conservada. Como exemplos da categoria estável, a localização nas porções centrais e sudeste do município de Guanambi, estendendo a noroeste da bacia, municipalidade de Bom Jesus da Lapa – BA, em solos latossolo-vermelho e latossolo vermelho-amarelo.

Na bacia hidrográfica do rio das Rãs, ocorre a prevalência do processo de pedogênese e em situações de equilíbrio entre as dinâmicas da pedogênese/morfogênese. O que não corrobora com a hipótese geral de morfogênese predominante no semiárido brasileiro. Além disso, realça a influência da depressão de Guanambi e do São Francisco no processo de pedogênese e a relevância da conservação da cobertura vegetal nativa na bacia. Vale ressaltar que a vegetação é considerada uma protetora no fenômeno da morfodinâmica (CREPANI, 2001).

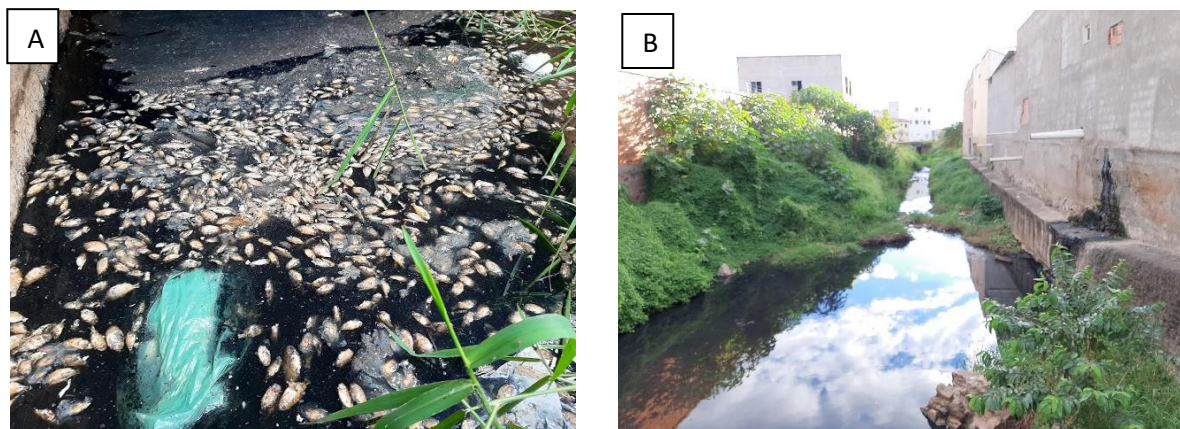
Percebe-se valores próximos aos processos de resistasia ou da morfogênese na porção ocidental, nas proximidades do rio São Francisco, a nordeste na municipalidade de Igarorã e para além da bacia, em terrenos calcários no município de Iuiú. No caso da planície inundada imediata do São Francisco, ocorre a prevalência de solos aluviais jovens que são ambientes favoráveis a morfogênese, caracterizam locais com solos com pouco desenvolvimento (TRICARD 1977; CREPANI, 2001). No município de Igarorã, a nordeste da bacia, configuram-se terrenos dissecados da serra setentrional do Espinhaço e solos litólicos distróficos (solos rasos, pouco desenvolvidos, na categoria moderadamente vulnerável). Essa conjuntura configura-se em uma atuação propensa para o processo de morfogênese (CREPANI, 2001). Vale registrar que em áreas do semiárido brasileiro são sugeridos os regimes de resistasia, conceito abordado por Bertrand (1972;2004), que se refere a predominância do processo de morfogênese na paisagem (FONSÊCA *et al.*, 2017).

As intervenções antrópicas na bacia se referem, principalmente, a expansão da agricultura algodoeira, nas décadas de 1970, 1980 e início dos anos de 1990, e a criação do gado que acompanhou o histórico de uso da terra da bacia. De certa maneira, foram períodos de exploração dos recursos naturais de maneira intensa. E na década de 2010, na porção oriental da bacia e seu entorno, verifica-se outros tipos de atuações antrópicas, com o estabelecimento de torres eólicas e a exploração mineral.

Os parques eólicos, em sua fase de implantação, causam impactos negativos à cobertura vegetal, com abertura de estradas, além de promover ruídos para população do entorno e para a fauna local. A mineração localiza-se em áreas de fragilidade ambiental, como a cabeceira de drenagem, próximo de cursos d'água (APP) e de nascentes, com possíveis instalações de barragens de rejeito de minério a montante de represas para abastecimento humano e a agrícola regional, por exemplo, a barragem de Ceraíma.

Em relação às cidades presentes na bacia, a expansão de loteamentos em redes de drenagens configura-se como uma das intervenções antrópicas recentes. Além da subtração da cobertura vegetal em áreas de APP e da poluição das águas, essa conjuntura pode ocasionar a diminuição da oferta hídrica e da fauna aquática na bacia. Como reflexos negativos, a mortandade de peixes nas proximidades da cidade de Guanambi, em específico, a drenagem do Riacho do Belém (Figura 38).

Figura 38 - Mortandade de Peixes e trecho do Riacho do Belém (Cidade de Guanambi, BA)



A) Mortandade de peixes no Riacho Belém, Guanambi, BA; B) Trecho do Riacho Belém, cidade de Guanambi
 Fonte: Autoria, COSTA, José Carlos Lélis, junho de 2020

São interpretações das relações sistêmicas entre as unidades da paisagem natural e os vetores de atuação antrópica na bacia. Crepani *et al.*, (2001) apresenta caminhos para essa relação mais harmoniosa entre as unidades naturais e as atuações antrópicas:

O tipo de atividade antrópica desenvolvida sobre uma determinada unidade de paisagem natural pode representar sua destruição devido a sua pequena capacidade de absorver os estímulos advindos desta atividade econômica, enquanto sua interação com outra unidade de menor vulnerabilidade, seguindo os sistemas de manejo mais indicados com práticas conservacionistas, pode representar uma atividade economicamente rentável. Isto parece mostrar que a escolha entre um desastre ecológico ou o desenvolvimento sustentado, passa pelo conhecimento da natureza da interação existente entre as unidades de paisagem natural e os polígonos de intervenção antrópica (CREPANI *et al.*, 2001, p. 17).

Nesse contexto, a atuação do homem na natureza pode ocasionar impactos negativos para o equilíbrio dinâmico, com o agravamento do sistema ecológico e econômico regional. Uma medida amenizadora é o conhecimento dos fenômenos geológicos, do relevo, clima, solos e da fitogeografia (CREPANI *et al.*, 2001).

Outra prática consolidada na bacia hidrográfica do rio das Rãs são as indústrias de cerâmica, principalmente, na municipalidade de Guanambi - BA. Uma atividade econômica que atinge a natureza de variadas maneiras, em específico, relativas as emissões de gases poluentes, a diminuição da biodiversidade com a supressão da vegetação natural, a degradação do solo e a modificação da paisagem (ALENCAR-LINARD *et al.*, 2015; AMORIM *et al.*, 2017). Uma conjuntura causadora de efeitos na “fitoestabilidade”.

A fitoestabilidade (cobertura vegetal promotora da estabilidade no terreno) apresenta expressiva influência em áreas estáveis e intergrades (transição de vulnerabilidade) na bacia e seu entorno, com a função atenuadora dos feitos externos, como menciona Crepani *et al.*, (2001):

As informações vindas da Fitogeografia se revestem da maior importância, pois a cobertura vegetal representa a defesa da unidade de paisagem contra os efeitos dos processos modificadores das formas de relevo (erosão). A ação da cobertura vegetal na proteção da paisagem se dá de diversas maneiras: - evita o impacto direto das gotas de chuva contra o terreno que promove a desagregação das partículas; - impede a compactação do solo que diminui a capacidade de absorção de água; - aumenta a capacidade de infiltração do solo pela difusão do fluxo de água da chuva; e - suporta a vida silvestre que, pela presença de estruturas biológicas como raízes de plantas, perfurações de vermes e buracos de animais, aumenta a porosidade e a permeabilidade do solo (CREPANI *et al.*, 2001, p. 14).

Nesse contexto, a vegetação se torna uma síntese na paisagem, e amenizadora dos GEE com os estoques de biomassa, carbono e, conseqüentemente, os serviços ambientais na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno.

5 COBERTURA VEGETAL, ESTOQUES DE BIOMASSA E CARBONO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS RÃS E SEU ENTORNO (BA)

Em qual medida as ações derivadas das atividades econômicas diminuiram às áreas de cerrado/caatinga e afetaram os serviços ambientais relativos aos estoques de carbonos na bacia? Esse capítulo se dedica a compreender a modificação espaço-temporal da vegetação natural, biomassa e carbono, bem como, os principais vetores que impulsionaram a diminuição desses atributos naturais e a sua capacidade de regeneração na bacia. Uma abordagem que será relevante para responder se os serviços ambientais prestados no âmbito da bacia foram afetados pela ação humana.

5.1 Análise espaço-temporal da vegetação natural

A cobertura vegetal pode ser um ponto de partida para a compreensão de outros parâmetros na natureza, como exemplos, os estoques de biomassa e carbono, acima e abaixo do solo. No caso da bacia do rio das Rãs e seu entorno, a agricultura local, praticada entre a década de 1970 ao final da década de 1980, foi decisiva para configuração da vegetação e impactos nos serviços ambientais, nos cursos médio e baixo do rio. E na parte alta da bacia, intervenções recentes, como a instalação de empreendimentos eólicos e de mineração (leste da bacia), além da prática de carvoejamento, são exemplos de intervenções antrópicas na área do estudo.

Nesse contexto, entre os anos analisados, a década de 1970 foi o período de maior quantitativo de vegetação, sendo quantificados 785.416,29 hectares - ha (7.854,16 km²) de cobertura vegetal, isso compreende 63% da bacia e seu entorno. Em 1987, 569.721,78 ha / 5.697,21 km² (45,94% da área do estudo) de vegetação e para o ano de 1997 620.652,5765 ha / 6206,52 km² (50% da bacia e seu entorno) de vegetação remanescente. Nos anos de 2007 e 2019, a vegetação natural foram de 503.329,68 ha / 5.033,29 km² (40% da área do estudo) e 551.768,32 ha / 5.517,68 km² (44% da bacia e seu entorno), respectivamente (Figura 39).

O valor líquido (balanço da redução e regeneração) é uma diferença entre valores totais dos remanescentes de vegetação entre os anos analisados, assim, o sinal negativo indica maiores áreas desmatadas em relação as extensões recuperadas de vegetação na área do estudo. Em 46 anos analisados foi apresentado um valor de -233.647,97 ha (-2.336,48 km²), quantitativo equivalente a 18,84 % da área da bacia e seu entorno (1.239.898 ha / 12.398,98 km²), concentrados na parte baixa da bacia. Foi diagnosticado um impacto negativo na vegetação para o intervalo de 1973 a 1987 (-215.694,52 ha / -2.156,95 km²), um saldo positivo de 1987 a 1997 (50.930,79 ha/509,31 km²), um impacto negativo entre as décadas de 1997 a 2007 (-117.322,90 ha / -1.173,23 km²) e de 2007 a 2019 maiores contribuição na regeneração da vegetação, com um valor positivo (48.438,64 ha / 484,39 km²). Em geral, entre as décadas de 1973 a 1987 foi o período de maior contribuição para a supressão da vegetação natural (17% da área total delimitada), porém, no último período analisada configura-se um cenário mais otimista em relação a recuperação da vegetação (Figura 39).

Figura 39 - Cobertura vegetal nos anos de 1973, 1987, 1997, 2007 e 2019

Fonte: Série landsat, 1973-2019 (Landsat 1 B4 (R) B6 (G) B5 (B), 1973; Landsat 5 B5 (R), B4 (G), B3 (B), 1987, 1997 e 2007; Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019).
Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Em 46 anos ocorreram a supressão de 360.684,97 ha (3.606,84 km²) e a regeneração de 127.037,00 ha (1.270,37 km²) de vegetação natural. Percebe-se o corte da cobertura vegetal de 298.310,52 ha (2.983,11 km²) e áreas regeneradas de 82.616,00 ha (826,16 km²) de vegetação, de 1973 a 1987 (Figura 40). Um período de expressivas pressões agrícolas oriundas do plantio da monocultura algodoeira, nos cursos médio e baixo da bacia.

Para o intervalo de 1987 a 1997, os valores para cobertura vegetal foram de 104.431,21 ha (1.044,31 km²) e 155.362,00 (1.553,62 km²) para as categorias supressão e regeneração. Entre as décadas de 1997 a 2007, as áreas reduzidas foram de 194.991,00 ha (1.949,91 km²) e relativos à regeneração 77.668,10 ha (776,68 km²) da vegetação. E os valores de 116.817,36 ha (1.168,17 km²) para áreas com corte e 165.256,00 ha (1.652,56 km²) de áreas recuperadas de 2007 a 2019 de vegetação (Figura 40).

Desse modo, observa-se que as atuações antrópicas foram mais agressivas na diminuição da cobertura vegetal na década de 1970 ao final dos anos de 1980, e na década seguinte, de 1987 a 1997, incrementos relativos à regeneração foram registrados. Essa dinâmica, inversamente proporcional, entre as classes de recuperação e redução, são evidenciadas nas décadas subsequentes, com maiores quantitativos de regeneração da vegetação natural ao final do último intervalo temporal analisado, de 2007 a 2019 (Figura 40). Ainda que permaneçam práticas de degradação da vegetação natural, a consolidação de uma política ambiental brasileira e do estado da Bahia, monitoramento ambiental e a diminuição da

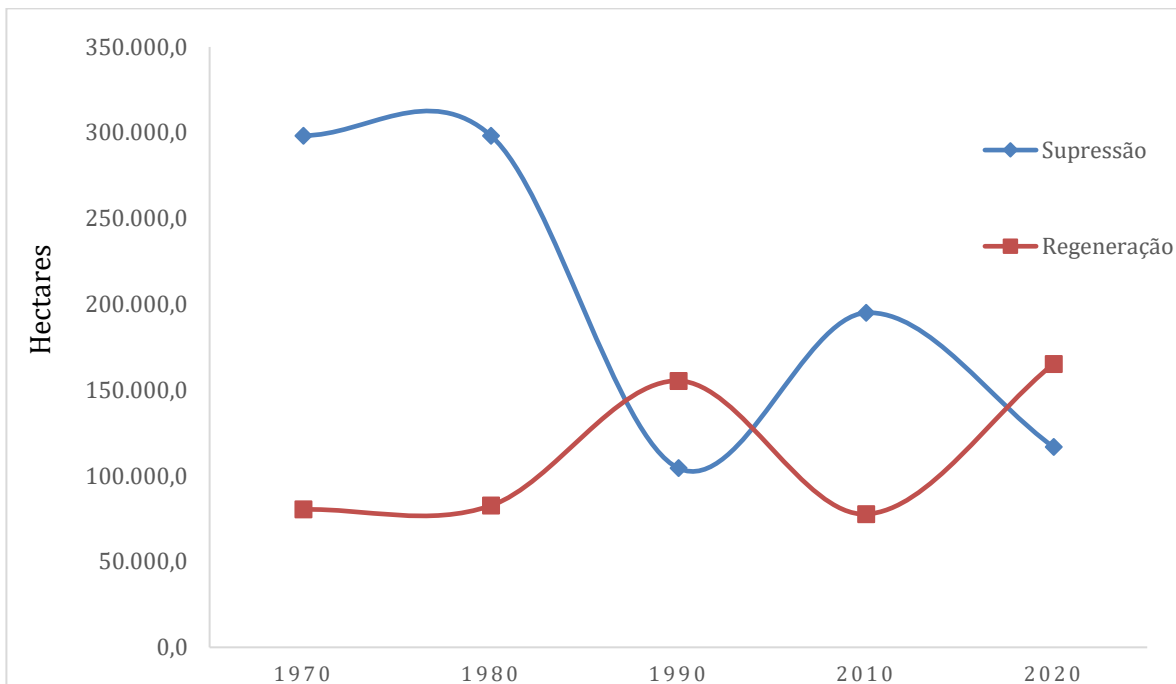
supressão de grandes extensões da vegetação natural na bacia e seu entorno, pode ser indicativos para essa regeneração.

O balanço entre o corte e a regeneração da cobertura vegetal ou ao contrário, se convergem aos períodos áureos ou quedas agrícolas na bacia do rio das Rãs e seu entorno. Os anos de 1987 e 1988 foram auges do período agrícola, crescente desde a década de 1970, impulsionado pela monocultura de algodão, sendo quantificada uma área colhida de mais de 300.000 ha (3.000 km²) (Figuras 40 e 41). O avanço agrícola impactou, de maneira significativa, a vegetação natural, com o aumento da supressão da cobertura vegetal em momentos históricos de expansão da agricultura. Soma-se a prática da agricultura regional, o carvoejamento, a pecuária, entre outros impactos negativos na cobertura vegetal. A queda da agropecuária regional, no início e meados dos anos de 1990, pode ter influenciada a regeneração da vegetação, entre outros ambientes, principalmente em terrenos abandonados (Figuras 40 e 41). A recuperação de uma vegetação depende de variados fatores, sendo no semiárido no Brasil estimada a regeneração em uma escala de 10 a 15 anos (GIONGO, 2014).

A relação conflituosa entre os anseios agrícolas manifestados em períodos áureos da agricultura regional e a recuperação da biodiversidade em baixas agrícolas, uma influência negativa para as aplicações dos conceitos para um desenvolvimento sustentável ou de uma relação mais harmoniosa entre a sociedade e a natureza, uma conjuntura socioambiental apresentada e reforçada nas agendas nacionais e internacionais. Uma perspectiva que “nos quais o natural e o social são concebidos como elementos de um mesmo processo”, uma “geografia socioambiental” (ROSS, 1995; MENDONÇA, 2001).

Campos *et al.*, (2015) encontraram um padrão semelhante para caatinga, ao analisarem as microrregiões localizadas no bioma, por meio do “Índice Geral de Degradação – IGD”. Constataram que 10% das microrregiões elevaram a degradação caatinga, sendo que os principais fatores dessa deterioração do meio foi o aumento de uma infraestrutura e área vinculada a agropecuária, em geral, como consequência, a redução da cobertura vegetal (CAMPOS *et al.*, 2015).

Figura 40 - Dinâmica da vegetação natural entre décadas (1973 a 2019)

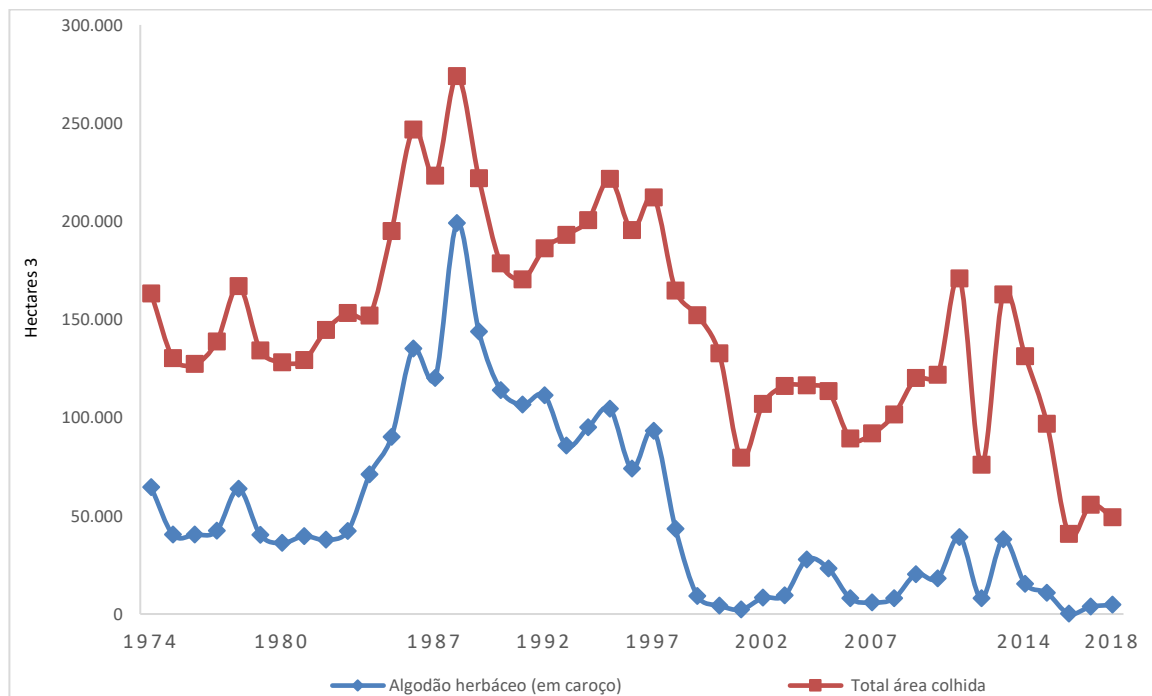


Supressão: diminuição da cobertura vegetal; Regeneração: recuperação da cobertura vegetal entre as décadas analisadas.

Fonte: Série landsat, 1973-2019 (Landsat 1 B4 (R) B6 (G) B5 (B), 1973; Landsat 5 B5 (R), B4 (G), B3 (B), 1987, 1997 e 2007; Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019).

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Figura 41 - Área colhida (Hectares) total e de Algodão - Microrregião de Guanambi (BA) 1974 a 2018)



Fonte: Dados municipais agrícolas do IBGE, 1974 a 2018.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Para averiguação de fatores (distância de rodovias, localidades, cidades, elevação do terreno e declividade) que possa influenciar na modificação da cobertura vegetal, fez-se uso do teste estatístico exploratório do Cramer's V. Assim, as variáveis distâncias das cidades, rodovias, declividade e altimetria apresentaram como potenciais explicações para as matrizes de transições de modificações da cobertura vegetal para outros usos. Essas variáveis podem influenciar na dinâmica da redução ou regeneração da vegetação.

Os relevos residuais (inselbergues) e a Serra do Espinhaço configuram-se como inibidores do avanço do corte de vegetação. Principalmente pela a localização da concentração de cobertura vegetal em áreas remotas e com pouca aptidão agrícola (áreas elevadas, com afloramentos rochosos, declividades acentuadas), configurando áreas favoráveis a conservação da cobertura vegetal e da biodiversidade, como exemplos, as UC's de proteção integral das Serras dos Montes Altos. As UC's da bacia seguem um padrão mundial com relação a localização, pelo fato do seu estabelecimento ser em áreas remotas e com pouco potencial agrícola (PAFF et al., 2009). Um mesmo modelo encontrado para as áreas protegidas do Norte de Minas Gerais, sudeste brasileiro, ou seja, cobertura vegetal com um bom estado de conservação em áreas com poucas pressões antrópicas ou de baixo potencial agropecuário ou agronegócio (CLEMENTE, et al., 2020). Certamente esse padrão não atenua o impacto das áreas protegidas para proteção da biodiversidade. As UC's em questão se configuram como refúgios da fauna regional e de registros culturais importantes como de populações pretéritas, além de sua beleza cênica. Um conjunto de fatores decisivos para o estabelecimento das UC's (Tabela 05; Figura 42).

E ainda que isoladas geograficamente, as áreas protegidas da bacia apresentam pressões para o uso da área, cita-se a proposição indicativa nº 21.375/2015, na assembleia legislativa da Bahia, que teve como objetivo viabilizar a implantação de parque eólico nas UC's. Entretanto, a forte reação da população ou o controle social inibiu o avanço da proposta.

Em relação aos impactos das torres eólicas, chama-se a atenção para as instalações em áreas sensíveis no aspecto natural, como proximidades de nascentes ou cabeceiras de drenagens. Os procedimentos mais usados nos contratos das instalações das torres eólicas são constituídos por meio de “contratos de arrendamentos eólicos”, entre a empresa e os proprietários das terras. A etapa de implantação dos parques é ofertada maiores quantitativos de empregos temporários e sem pagamento *royalties* (TRALDI, 2019). Nesse contexto, a presente pesquisa traz uma reflexão, em qual medida os parques eólicos trazem um retorno social para comunidades ou para a população da microrregião de Guanambi - BA?

Soma a isso a fragmentação da vegetação na Serra do Espinhaço, com aumento da abertura de estradas vicinais para passagem de caminhões, impulsionadas, principalmente, para o transporte das peças das torres na fase de implantação dos parques eólicos. Apesar das pressões na Serra do Espinhaço, juntamente com as extensões em inselbergues, ainda são áreas com agrupamentos ou continuidades de vegetação natural.

Outro fator de relevância dos padrões geomorfológicos para uso e ocupação do solo, são extensões com mais aptidão e a localização da expansão agropecuária na bacia, na depressão de Guanambi, o que reforça os maiores indicativos no *Cramer's V* para altimetria e declividade (Tabela 05).

Tabela 05 - Indicadores Cramer's V para os anos analisados

Intervalos temporais	Cidades	Localidades	Rodovias	Declividade	Altimetria
1973-2019	0,1155	0,0954	0,1290	0,2481	0,3551
1973-1987	0,1046	0,0714	0,1273	0,1018	0,334
1987-1997	0,1106	0,0646	0,0927	0,1819	0,3709
1997-2007	0,1000	0,0783	0,1082	0,1498	0,3689
2007-2019	0,1155	0,0945	0,1290	0,2481	0,3551

*P*valor 0,000 para todas as análises.

Fontes: Distâncias euclidianas da altimetria e declividade / SRTM; Distâncias euclidianas das localidades referentes aos distritos e as comunidades rurais da área do estudo do IBGE. Distâncias euclidianas das rodovias federais e estaduais do DNIT; Classificações da série landsat de 1973 a 2019.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Figura 42 - Concentração de vegetação natural em terrenos elevados - UC's da serra dos Montes Altos



Fonte: Autoria, CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2019.

O contato Savana-Estépica (caatinga)/FED ocupam maiores extensões na bacia hidrográfica do rio das Rãs e sua área de influência, alcançando 50% do total de manchas de vegetação na década de 1970. Em específico, compreende 398.915,98 ha (3.989,16 km²) de vegetação natural para o ano de 1973, 264.848,56 ha (2.648,48 km²) no ano de 1987, 267.177,83 ha (2.671,77 km²) para o ano de 1997, 205.910,23 ha (2.059,10 km²) no ano de 2007 e no ano de 2019 o quantitativo de 227.603,26 ha (2.276,03 km²). Em seguida a FED que alcança 25,76 % de ocupação no sítio, com 177.235,33 ha (1.772,35 km²), 118.186,09 ha (1.181,86 km²), 154.059,48 ha (1.540,59 km²), 115.645,85 ha (1.156,45 km²), 142.119,54 ha (1.421,19 km²), para os anos de 1973, 1987, 1997, 2007 e 2019, respectivamente (Tabela 06). Para áreas de contato de Savana/FED foram quantificados 148.593,53 ha (1.485,93 km²) em 1973, 132.969,56 ha (1.329,696 km²) no ano de 1987, 138.431,68 ha (1.384,31 km²) em 1997, 124.728,56 ha (1.247,28 km²) para o ano de 2007 e no ano de 2019, o quantitativo de 125.261,07 ha (1.252,611 km²) (Tabela 06).

Em relação as manchas de savana (cerrado) somam-se 56.891,08 ha (568,91 km²), 49.715,896 (497,15 km²), 56.431,38 (564,31 km²), 53.151,35 (531,51 km²), 52.572,23 ha (525,72 km²), para os anos de 1973, 1987, 1997, 2007 e 2019, respectivamente. As áreas referentes ao contato Savana/Savana-Estépica a quantificação de 3.780,37 ha (37,80 km²) no ano de 1973, 4.001,658 (40,01 km²) em 1987, 4.552,19 km² (45,52 km²) no ano de 1997, 3.893,67 ha (38,93 km²) em 2007 e em 2019 4.212,21 ha (42,12 km²) (Tabela 06).

Tabela 06 - Cobertura vegetal por fitofisionomias entre décadas de 1973 a 2019

Tipo de vegetação	1973		1987		1997		2007		2019	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Savana/FED	1.485,94	18,92	1.329,70	23,34	1.384,32	22,3	1.247,29	24,78	1.252,61	22,7
Savana/Savana-Estépica	37,80	0,48	40,02	0,70	45,52	0,73	38,94	0,77	42,12	0,76
Savana-Estépica/FED	3.989,16	50,79	2.648,49	46,49	2.671,78	43,05	2.059,10	40,91	2.276,03	41,25
FED	1.772,35	22,57	1.181,86	20,74	1.540,59	24,82	1.156,46	22,98	1.421,20	25,76
Savana	568,91	7,24	497,16	8,73	564,31	9,09	531,51	10,56	525,72	9,53
Total	7.854,16	100	5.697,22	100	6.206,53	100	5.033,30	100	5.517,68	100

Valores em hectares; Floresta Estacional Decidual – FED; Savana (Cerrado); Savana – Estépica (Caatinga).

Fonte: Série landsat 1973 a 2019, (Landsat 1 B4 (R) B6 (G) B5 (B), 1973; Landsat 5 B5 (R), B4 (G), B3 (B), 1987, 1997 e 2007; Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019).

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

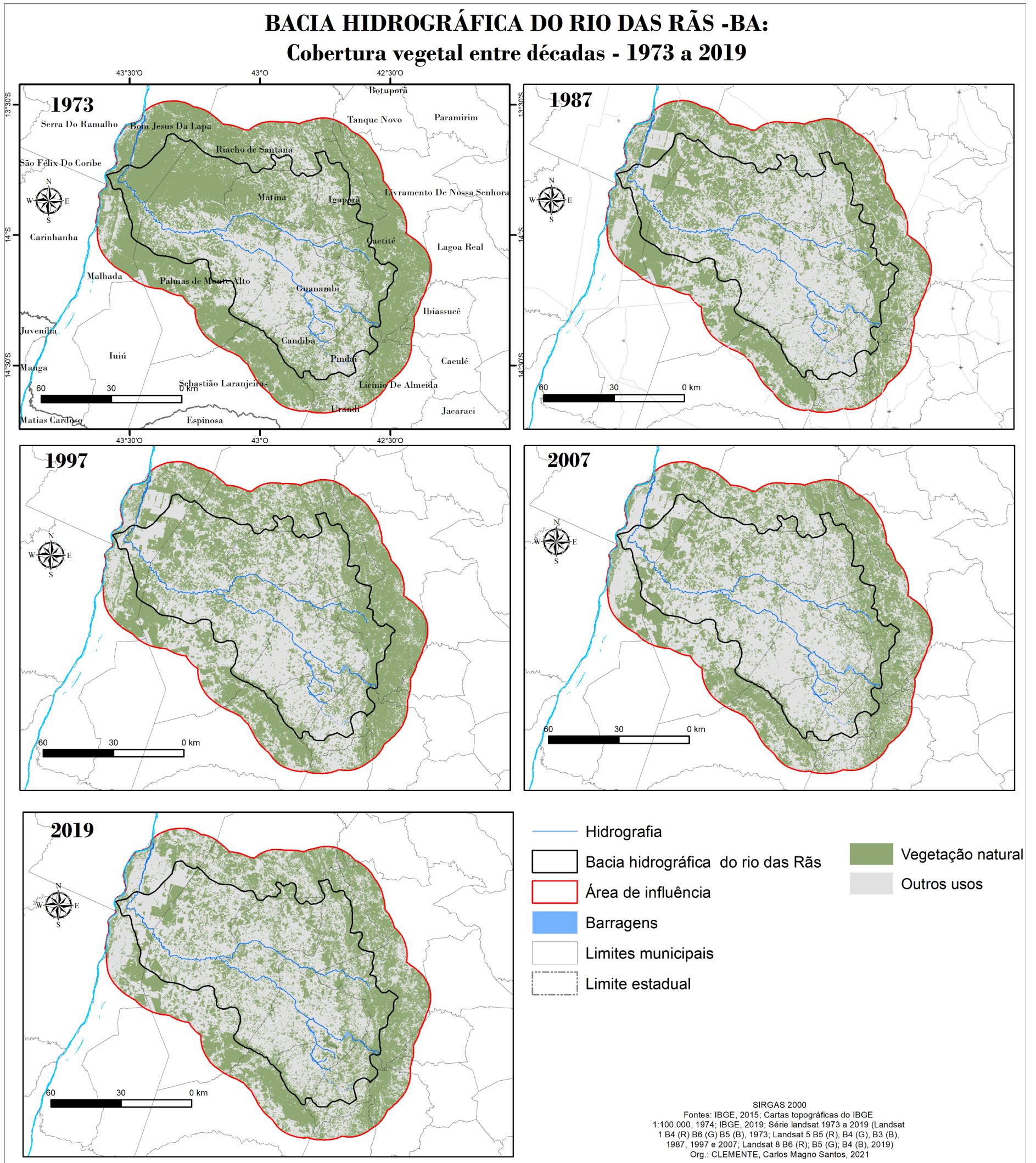
As áreas dos tipos de vegetação Savana-Estépica (caatinga)/FED e FED localizam-se, principalmente, na depressão sertaneja (oeste, sul, sudoeste e noroeste). Foram áreas acometidas com maiores pressões antrópicas nos 46 anos analisados, principalmente pela aptidão agrícola desses terrenos, com características planos e suaves ondulados (Figura 43).

Também, foram detectados, na região central da bacia hidrográfica do rio das Rãs, em específico na municipalidade de Guanambi, supressões da cobertura vegetal anterior a década de 1970. Percebe-se nas áreas de contato Savana-Estépica (caatinga)/FED a predominância dos remanescentes de estruturas arbóreas-arbustivas de caatinga em 2019, principalmente, pela remoção de madeiras de maiores valores econômicos ou de estruturas arbóreas em momentos pretéritos, em grande parte, a vegetação remanescente em 2019 não se configura como uma vegetação primária, especialmente, na depressão sertaneja (Figura 43).

Estima-se a contribuição do período algodoeiro e, ainda de forma concomitante, as práticas de carvoejamento. A exploração da madeira para a produção do carvão, em geral, localiza-se em áreas de cobertura vegetal mais densas e dispersa no espaço geográfico (Figura 44). Com o impacto negativo na vegetação da bacia outros aspectos podem refletir na natureza, como a modificação do balanço de energia e carbono na natureza, principalmente pela localização da área do estudo no contexto da região semiárida. No semiárido brasileiro, as mudanças do uso da terra ou redução da cobertura vegetal causam, entre outros aspectos, o aumento do albedo e alterações em outras componentes do balanço de energia, como consequência, a influência no clima regional (CUNHA, 2013). Entre outros efeitos negativos da fragmentação da cobertura vegetal, ressaltam-se o aumento do efeito de borda e a perda de habitat (FONSECA, 2017).

Também, percebe-se um outro tipo de degradação que possa acometer a vegetação decídua na bacia do rio das Rãs, uma “perturbação antrópica crônica”. São modificações em ambientes da caatinga que ocorrem de maneira mais lenta ou branda, porém os impactos negativos sucessivos comprometem as ações naturais sistêmicas, bem como, o arranjo estrutural, a composição e a função ecossistêmica (ANTONGIOVANNI *et al.*, 2020). Seria uma intensidade mais branda e lenta das modificações na vegetação ao comparar com os desmatamentos (mais agudas), como ocorreu na década de 1970, na bacia, com o período algodoeiro. São ações como estradas para passagens humanas (promove acesso a áreas remotas da vegetação), corte espaçados de árvores, lixos, entre outros, são exemplos da “perturbação antrópica crônica” (ANTONGIOVANNI *et al.*, 2020). Toda essa conjuntura que compromete a conservação da biodiversidade e o bom funcionamento dos serviços ambientais

Figura 43 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs - BA: Vegetação natural entre décadas - 1973 a 2019



Fontes: Fontes: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000, 1974; Série landsat 1973 a 2019 (Landsat 1 B4 (R) B6 (G) B5 (B), 1973; Landsat 5 B5 (R), B4 (G), B3 (B), 1987, 1997 e 2007; Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019)
Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020

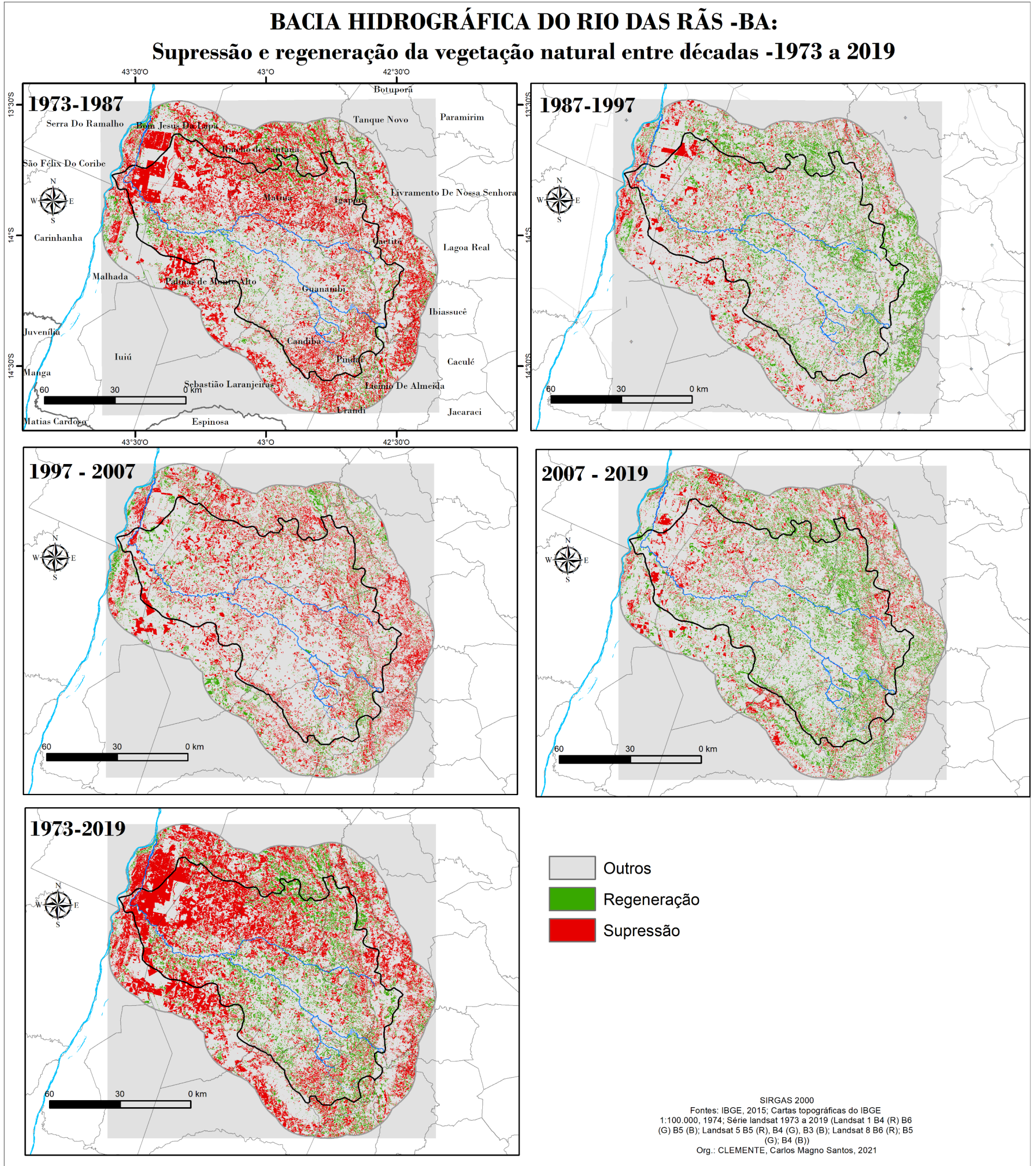
Os tipos de vegetação Savana-Estépica (caatinga)/FED e FED, que se localizam principalmente na depressão sertaneja (oeste, sul, sudoeste e noroeste), foram áreas acometidas com maiores pressões antrópicas nos 46 anos analisados, principalmente pela aptidão agrícola desses terrenos, com características planas e suaves ondulados (Figura 44).

Estima-se a contribuição do período algodoeiro e, ainda de forma concomitante, as práticas de carvoejamento. A exploração da madeira para a produção do carvão, em geral, localiza-se em áreas de cobertura vegetal mais densa e dispersa no espaço geográfico. As fitofisionomias do cerrado e seus respectivos ecótonos estão distribuídas nos terrenos da serra do Espinhaço, a leste-sul da bacia hidrográfica e sua área de influência (Figura 44).

Em relação à supressão e à regeneração da vegetação natural entre décadas (1973 a 2019), segue a mesma lógica dos resultados apresentados, com concentrações da supressão da cobertura vegetal entre as décadas de 1970 ao final de 1980, e nas porções orientais da bacia. Configura-se uma distribuição espacial de corte da vegetação dispersa em toda a bacia, porém, com grupos maiores de supressão nas extensões oeste, sul e noroeste da área do estudo, nas depressões do São Francisco e Guanambi. Também, ocorre a diminuição da vegetação na parte alta da bacia, em terrenos conhecidos como “superfície dos gerais”, são áreas com maiores aplanamentos em terrenos elevados da Serra do Espinhaço (Figura 44).

A recuperação da vegetação natural se evidencia nas décadas de 1987 a 1997 e 2007 a 2019, sendo o padrão de supressão da cobertura vegetal dispersa no espaço geográfico. Percebe-se uma recuperação da cobertura vegetal nos patamares do espinhaço e nas “superfícies dos gerais do espinhaço” pós anos 2000 (Figura 44).

Figura 44 - Supressão e regeneração da vegetação natural entre décadas - 1973-2019



Fontes: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000, 1974; Série landsat 1973 a 2019 (Landsat 1 B4 (R) B6 (G) B5 (B), 1973; Landsat 5 B5 (R), B4 (G), B3 (B), 1987, 1997 e 2007; Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019).
Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2021.

Com isso, todo esse cenário que se desenhou no processo de exploração dos recursos naturais na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno, foram influenciadores na queda e recuperação dos estoques de biomassa e carbono na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno. Consequentemente, alterando as potencialidades dos serviços ambientais.

5.2 Análise espaço-temporal dos estoques de biomassa e carbono (acima e abaixo do solo)

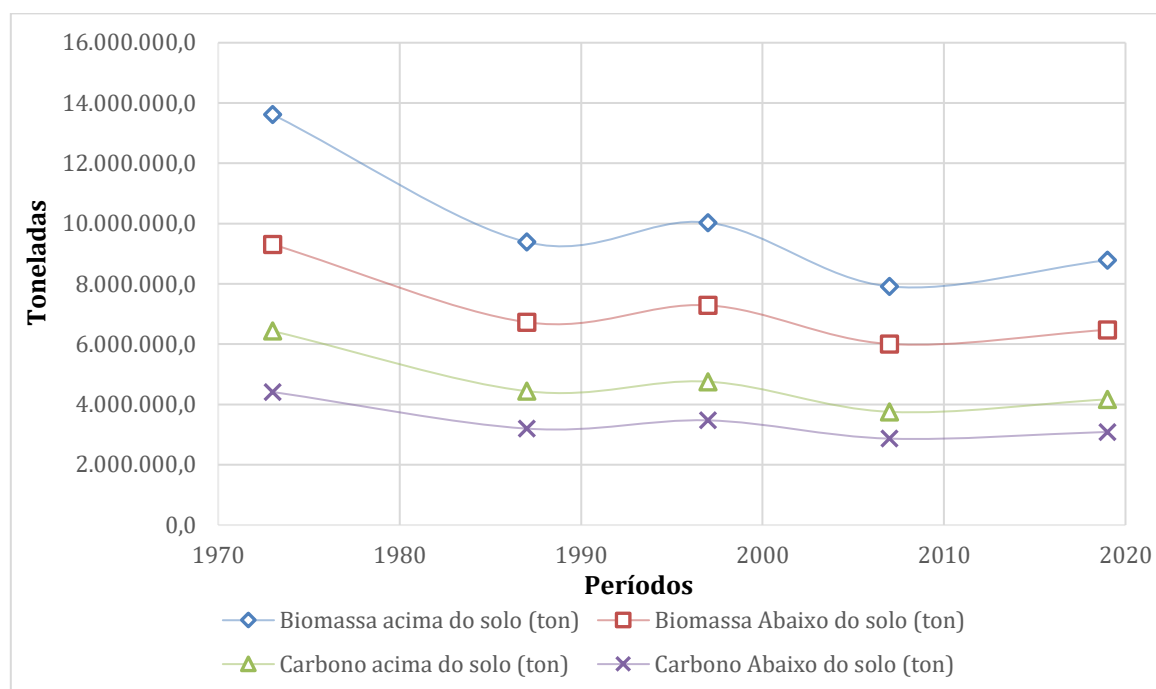
A conservação da vegetação natural e da biomassa são determinantes para aumento ou a estabilidade dos estoques de Carbono - C, fatores decisivos para regulação do clima regional e os incrementos dos serviços ambientais na bacia do rio das Rãs (Figura 45; Tabela 10).

Nesse contexto, em geral, foram quantificadas 8.786.563,53 toneladas – ton. e 6.475.957,35 ton. de biomassa acima e abaixo do solo, respectivamente, distribuídas em 551.768,33 ha (5.517,68 km²) de vegetação remanescente, no ano de 2019. Em relação aos estoques de C, no mesmo ano e área, foram encontrados 4.169.071,36 ton. e 3.088.494,09 ton., acima e abaixo do solo, simultaneamente (Figura 45; Tabela 10).

No ano de 1973, os estoques de biomassa alcançaram 13.617.347,26 ton. e 9.308.919,92 ton. (acima e abaixo do solo). E 6.434.363,67 ton. de carbono acima do solo e 4.413.613,62 ton. para abaixo do solo. No final da década de 1980, os números caíram para 9.387.640,26 ton. e 6.728.036,66 ton. para biomassa (acima e abaixo do solo); e 4.441.819,16 ton. e 3.198.345,02 ton. em relação ao C (acima e abaixo do solo) (Figura 45; Tabela 10).

Percebe-se, entre as variáveis biomassa e carbono, acréscimos entre os anos de 1987 a 1997, com quantitativos para esse último de 10.032.217,11 ton. e 7.287.697,08 ton. para biomassa e 4.755.880,96 ton. e 3.471.612,04 ton. para carbono, acima e abaixo do solo, respectivamente. Em 2007, um decréscimo (biomassa 7.914.690,61 ton./ 6.004.865,65 ton.; carbono 3.754.986,47 ton./2.865.661,54 ton., acima e abaixo do solo) e uma crescente para o ano de 2019 (Biomassa 8.786.563,53 ton./6.475.957,34 ton.; 4.169.071,36 ton./3.088.494,09 ton. de C, acima e abaixo do solo) (Figura 45; Tabela 10).

Nos primeiros 14 anos, ocorreram reduções de 27,53 % a 31,06% para todas as variáveis analisadas. Ao comparar as reduções dos entre os anos de 1973 e 1987 em relação aos 46 anos analisados, os primeiros contribuíram entre 87% a 91% do total de perda dos estoques de carbono e biomassa. O que indica expressivas atuações antrópicas entre as décadas de 1970 ao final de 1980, entre outros fatores, principalmente o período de expressivo avanço agrícola da cultura algodoeira, somadas a expansão da pecuária e as práticas de carvoejamento (Figura 45; Tabela 10).

Figura 45 - Estoques de biomassa e carbono (acima e abaixo do solo) de 1973 a 2019

Fonte: Série landsat 1973 a 2019- (Landsat 1 B4 (R) B6 (G) B5 (B), 1973; Landsat 5 B5 (R), B4 (G), B3 (B), 1987, 1997 e 2007; Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019); SEIA, 2012-2019; SFB, 2019 Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

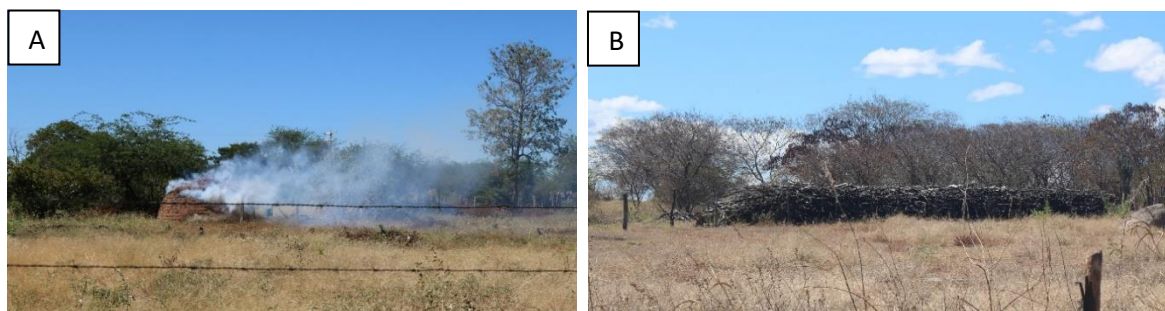
Tabela 07 - Estoques de biomassa e carbono (acima abaixo do solo) de 1973 a 2019

	Biomassa (toneladas)		Carbono - C (toneladas)	
	Acima do solo	Abaixo do solo	Acima do solo	Abaixo do solo
1973	13.617.347,26	9.308.919,92	6.434.363,67	4.413.613,62
1987	9.387.640,26	6.728.036,66	4.441.819,16	3.198.345,02
1997	10.032.217,11	7.287.697,08	4.755.880,97	3.471.612,05
2007	7.914.690,61	6.004.865,65	3.754.986,47	2.865.661,54
2019	8.786.563,53	6.475.957,35	4.169.071,36	3.088.494,09

Fonte: Série landsat 1973 a 2019- (Landsat 1 B4 (R) B6 (G) B5 (B), 1973; Landsat 5 B5 (R), B4 (G), B3 (B), 1987, 1997 e 2007; Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019); SEIA, 2012-2019; SFB, 2019. Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

O carvoejamento contribui para a diminuição de estoques de biomassa e carbono, além de intensificar a emissão CO₂ na atmosfera, sendo, o processo de transformação da madeira em carvão mais um obstáculo para o controle dos GEEE regional. Em geral, são áreas de maiores adensamentos de vegetação natural. Como exemplos na área do estudo, as práticas do carvoejamento nos municípios de Riacho de Santana - BA e Palma de Monte Alto – BA (Figura 46). Vale reforçar os aspectos relevantes dos estoques de carbono na natureza, pois a vegetação e os solos acumulam o triplo de armazenamento de CO₂ em comparação com a atmosfera (FALKOWSKI *et al.*, 2000; COSTA, 2015; SANTOS *et al.*, 2016).

Figura 46 - Exemplos de exploração por meio do carvoejamento



A) Município de Riacho de Santana; B) Município de Palma de Monte Alto
Fontes: Autorias CLEMENTE, Carlos Magno Santos / SOUZA, Gabriel Cotrim, 2019

Em uma perspectiva de análise por parcelas (em relação as 280 parcelas dos inventários florestais selecionados na presente pesquisa), percebe-se que os fragmentos de cobertura vegetal savana-estépica / FED tiveram maiores teores de biomassa acima do solo, com 24,66 ton. ha⁻¹. No estudo realizado na municipalidade de Caicó, estado do Rio Grande do Norte, foram encontradas 12,0 ton. ha⁻¹ para o fragmento de savana-estépica ou caatinga (SANTOS *et al.*, 2016). E em manchas de vegetação de FED na Fazenda Canaã, Campos Belos, estado de Goiás, o valor de 39,17 ton. ha⁻¹ (ROCHA, 2011). A média entre os números supracitados (estudos nos estados do Rio Grande do Norte e Goiás) foi de 25,5 ton. ha⁻¹, aproximando-se do quantitativo encontrado na presente pesquisa para o contato entre savana-estépica/FED (24,66 ton. ha⁻¹). Ainda, nota-se a escassez de pesquisas para quantificação de estoques de biomassa e carbono em ecótonos ou transições de comunidades vegetais, principalmente, para contato entre savana-estépica / FED no bioma caatinga. E a área de estudo compreende expressivos sítios de contatos ou de tensões ecológicas entre tipos de vegetação seca.

O tipo de vegetação savana apresentou o maior estoque de biomassa abaixo do solo, por parcela, com 37,71 ton. ha⁻¹, na bacia. São quantitativos próximos aos encontrados por Paiva *et al.*, 2011, que em áreas de cerrado no Distrito Federal - DF, fazenda Água Limpa, foi mensurada a média de 33,11 ton. ha⁻¹ em raízes grossas com profundidade de até 30 cm e com profundidade de até 200 cm o valor de 46,63 ton. ha⁻¹ de biomassa (CASTRO, 1996; PAIVA *et al.*, 2011).

Ainda por parcelas, as manchas de vegetação relacionadas as áreas de contato de savana-estépica / FED contém maiores armazenamentos de carbono acima do solo, com 11,49 ton. ha⁻¹, seguidas das médias da FED (6,25 ton. ha⁻¹), do contato savana/savana-estépica (6,66 ton. ha⁻¹) e da savana (7,10 ton. ha⁻¹) de C. Percebe-se uma proximidade numérica dos estoques de carbono dos tipos de vegetação FED em relação ao contato savana/savana-estépica e da savana. Uma explicação plausível seria a ocorrência acentuada de áreas com tensões ecológicas ou ecótonos na área do estudo, o que influencia inclusive em parcelas sem transição de vegetação, como FED. Os resultados e análises da presente pesquisa se assemelham a Santos *et al.*, 2016, que no município de Caicó, semiárido do Rio Grande do Norte, apresentou 5,7 t ha⁻¹ de C acima do solo, sendo que os autores chamam atenção para os baixos valores de carbono em áreas de caatinga ou savana-estépica.

Os estoques de carbono acima do solo, por parcelas, encontrados na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno, apresentam armazenamentos relativamente baixos, em relação a outros biomas, que podem ser explicados pela presença de árvores com portes menores e espalhados no espaço geográfico. Em comparação a outros biomas, Ribeiro *et al.*, (2009) encontrou 83,34 ton. ha⁻¹ de C no município de Viçosa – MG, em um fragmento de vegetação na Mata Atlântica. Silva *et al.*, (2018) realizou a estimativa de carbono em uma unidade de conservação na Mata Atlântica e teve como resultado 106,19 t.ha⁻¹ de C. Em florestas de terras firmes da Amazônia central brasileira, esses números se tornam mais longínquos, com o armazenamento de até 163,5 t ha⁻¹ de C em uma única espécie (*Protium hebetatum* D.C. Daly, nome popular Breu vermelho) (SILVA *et al.*, 2015).

Ainda que em menores números encontrados de C em relação a outros biomas, a bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno configura-se como um sumidouro de carbono, até mesmo na estação seca. Principalmente, pelas propriedades fisiológicas das plantas decíduas e a sua elevada eficiência na fixação do CO₂ (MENDES *et al.*, 2020). Certamente ocorre o impacto da sazonalidade do clima na produtividade primária bruta em florestas tropicais secas, sendo a estação chuvosa dinamizadora do aumento dos estoques de biomassa e retentora de carbono na vegetação (MENDES *et al.*, 2020). O que eleva a relevância da conservação dos fragmentos de vegetação remanescentes e a ampliação de áreas para estoques de carbono na bacia hidrográfica e em sua área de influência. Principalmente por se tratar de uma região inserida em um contexto de variabilidades climáticas do semiárido brasileiro.

Em relação à distribuição no espaço geográfico da biomassa acima do solo, em 1973, as maiores concentrações de estoques foram em áreas de contato entre savana-estépica / FED, com fragmentos contíguos, entre 389.205,75 ton. a 6.759.054,65 ton., concentrados nas

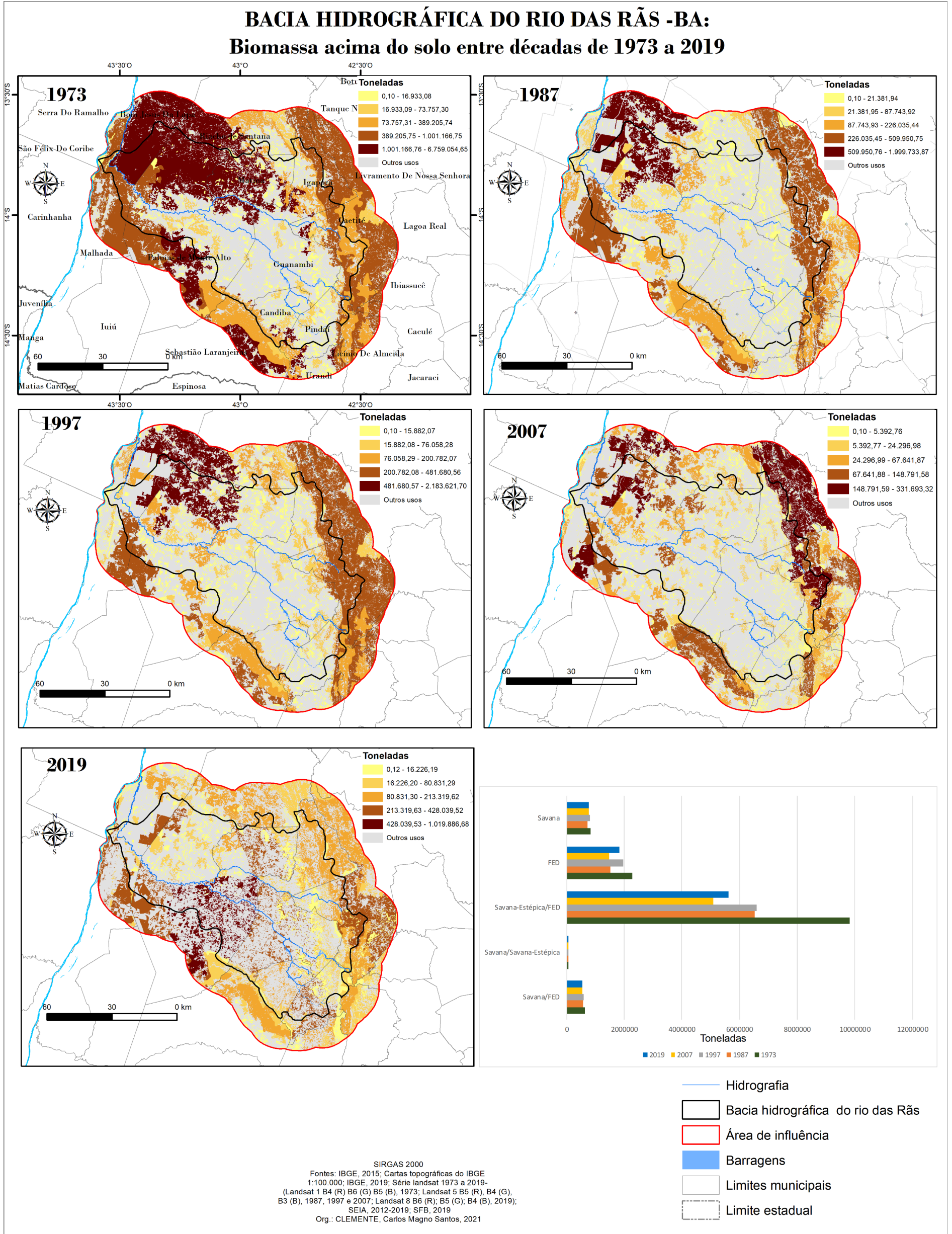
porções leste, nordeste, sul e nas regiões do ocidente e a noroeste da bacia. Toda essa conjuntura de biomassa acima do solo, em 1973, ocupa 63% da área total da bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno. Isso indica maiores agrupamentos e contiguidade de comunidades de vegetação arbórea / arbustiva no início ou anterior a década de 1970 (Figura 47).

Os impactos em áreas de contatos de savana-estépica / FED contribuíram para reduções e flutuações nos estoques de biomassa acima do solo nos anos subsequentes, com intervalos máximos variando entre 509.950,76 ton. a 1.999.733,87 ton. no ano de 1987, 481.680,57 ton. a 2.183.621,70 ton. em 1997, 148.791,59 ton. a 331.693,32 ton. no ano de 2007 e 428.039,53 ton. a 1.019.886,68 ton. em 2019 (Figura 47).

Nos anos de 1997, 2007 e 2019, os fragmentos de estoques de biomassa, acima do solo, contínuos ou com maiores conexões no espaço geográfico, diminuíram, com concentrações nas UC's e na Serra do Espinhaço. Em relação às fitofisionomias savana, contato savana/savana-estépica e contato savana/FED configuram-se um cenário menos impactante na redução da biomassa, principalmente pela a localização em terrenos elevados e com pouca atuação agropecuária (Figura 47). Essa conjuntura de acontecimentos estabelece um cenário de concentração de animais silvestres e espécies raras em UC's e nas áreas mais remotas da bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno. Nesse contexto, o fortalecimento das áreas protegidas, a constituição de novos limites para conservação e pesquisas são mecanismos relevantes para a conservação da biodiversidade (MOREIRA, 2015)

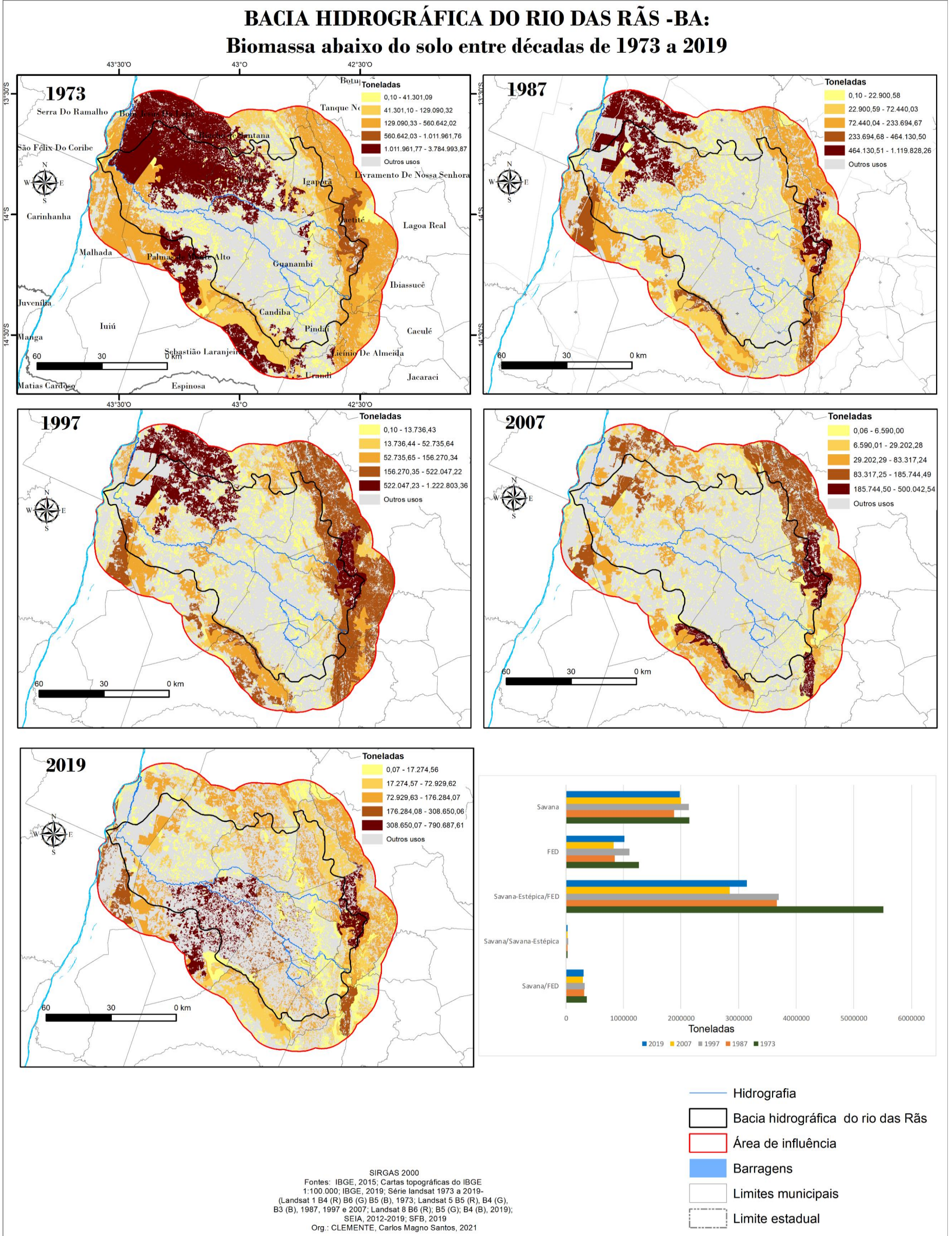
Em todos os anos analisados (1973, 1987, 1997, 2007 e 2019), os estoques de biomassa abaixo do solo totais para savana exibem maiores quantitativos, em relação aos armazenamentos acima do solo, sendo esses: 2.145.590,35 ton., 1.874.985,31 ton., 2.128.253,05 ton., 2.004.550,18 ton. e 1.982.709,06 ton, para os anos de 1973, 1987, 1997, 2007 e 2019, respectivamente. Cabe observar concentrações na porção oriental e sul da bacia, em específico, na municipalidade de Caetité (Serra do Espinhaço) e nas UC's de proteção integral, concomitantemente. A abrangência da área de cobertura vegetal de savana compreende 9% da bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno, sendo a maior extensão o ecótono savana-estépica/FED (Figura 49). Em geral, na savana brasileira concentram-se os maiores estoques de biomassa abaixo dos solos (raízes), uma característica dessa fitofisionomia em relação a outros tipos de vegetação (HARIDASAN, 2000; PAIVA et al., 2011) FED (Figura 48).

Figura 47 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Biomassa acima do solo entre décadas - 1973 a 2019



Fonte: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; IBGE, 2019; Série landsat 1973 a 2019- (Landsat 1 B4 (R) B6 (G) B5 (B), 1973; Landsat 5 B5 (R), B4 (G), B3 (B), 1987, 1997 e 2007; Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019); SEIA, 2012-2019; SFB, 2019.
Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2021.

Figura 48 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Biomassa abaixo do solo entre décadas - 1973 a 2019



Fonte: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; IBGE, 2019; Série landsat 1973 a 2019- (Landsat 1 B4 (R) B6 (G) B5 (B), 1973; Landsat 5 B5 (R), B4 (G), B3 (B), 1987, 1997 e 2007; Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019); SEIA, 2012-2019; SFB, 2019.
Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2021.

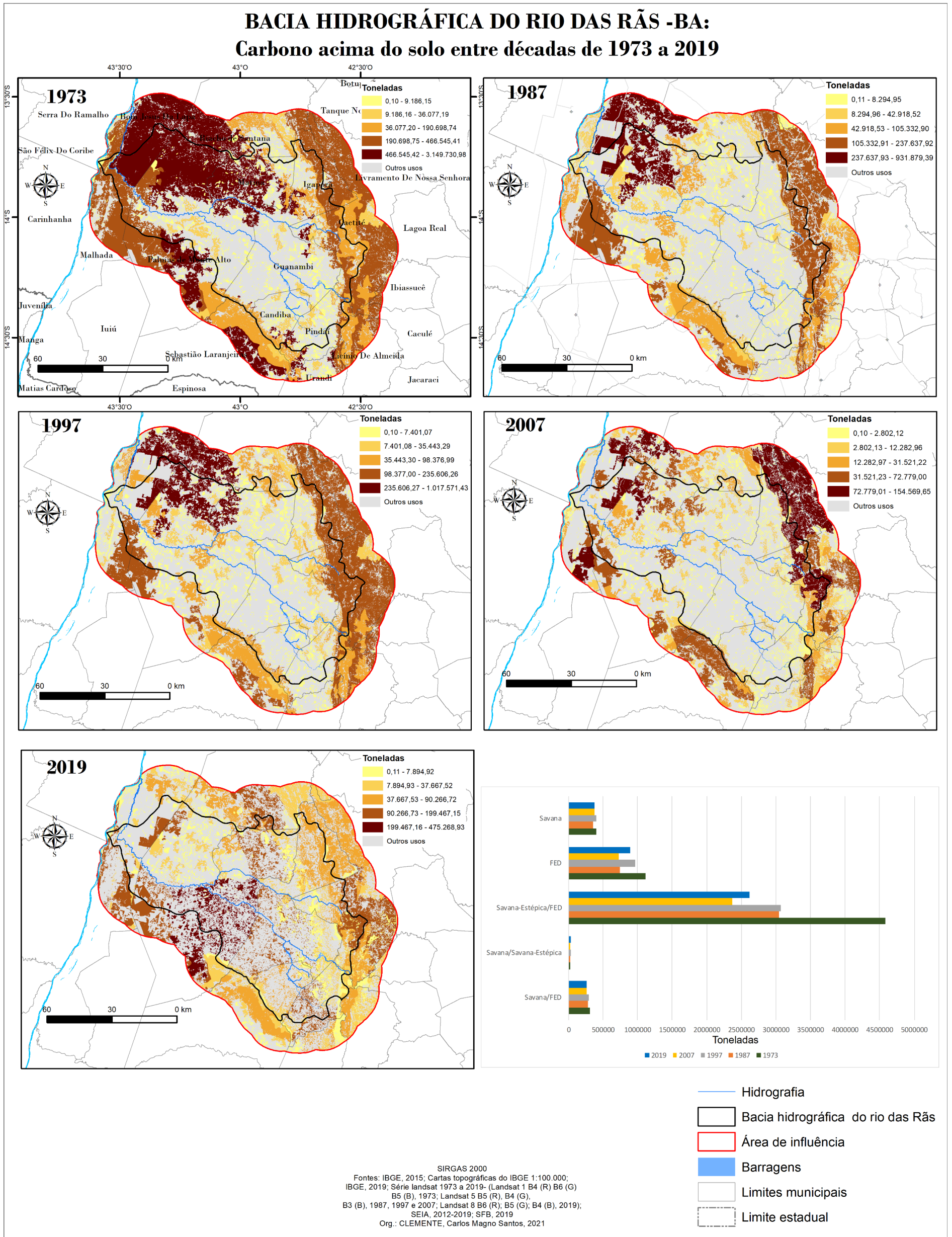
A respeito da distribuição geográfica dos estoques de carbono, abaixo e acima do solo, seguem uma lógica semelhante dos níveis de biomassa, relativos à intensidade por fitofisionomia e a distribuição no espaço geográfico. O carbono acima do solo, no ano de 1973, foram encontrados em maiores proporções em contatos entre savana-estépica / FED e FED, com 4.584.741,37 ton. e 1.108.961,45 ton., respectivamente, nas regiões oriental, ocidental e sul da bacia. Essas fitofisionomias juntas equivalem a 88% de todo o estoque de C armazenado naquele mesmo ano (6.441.609,56 ton. C) (Figura 49).

Percebe-se uma redução de 56,05 % dos estoques de C acima do solo em áreas de savana-estépica / FED, entre os anos de 1973 a 2019. Em 2019, na porção oeste e noroeste, a continuidade do armazenamento de estoques de carbono diminuiu de maneira expressiva, principalmente, nos municípios de Bom Jesus da Lapa - BA, Malhada - BA, Palma de Monte Alto - BA e Riacho de Santana - BA (Figura 49).

Em toda porção oeste e noroeste da bacia a fragmentação do ambiente foi intensa, com a diminuição das dimensões de cobertura vegetal contínua. A variação em média dos tamanhos dos fragmentos foi de 339,41 ha (3,39 km²) para 137,46 ha (1,37 km²) e com oscilações de valores máximos de 231.125,28 ha (2.311,25 km²) para 22.266,14 (22,66 km²), de 1973 para o ano de 2019, concomitantemente (Figura 49).

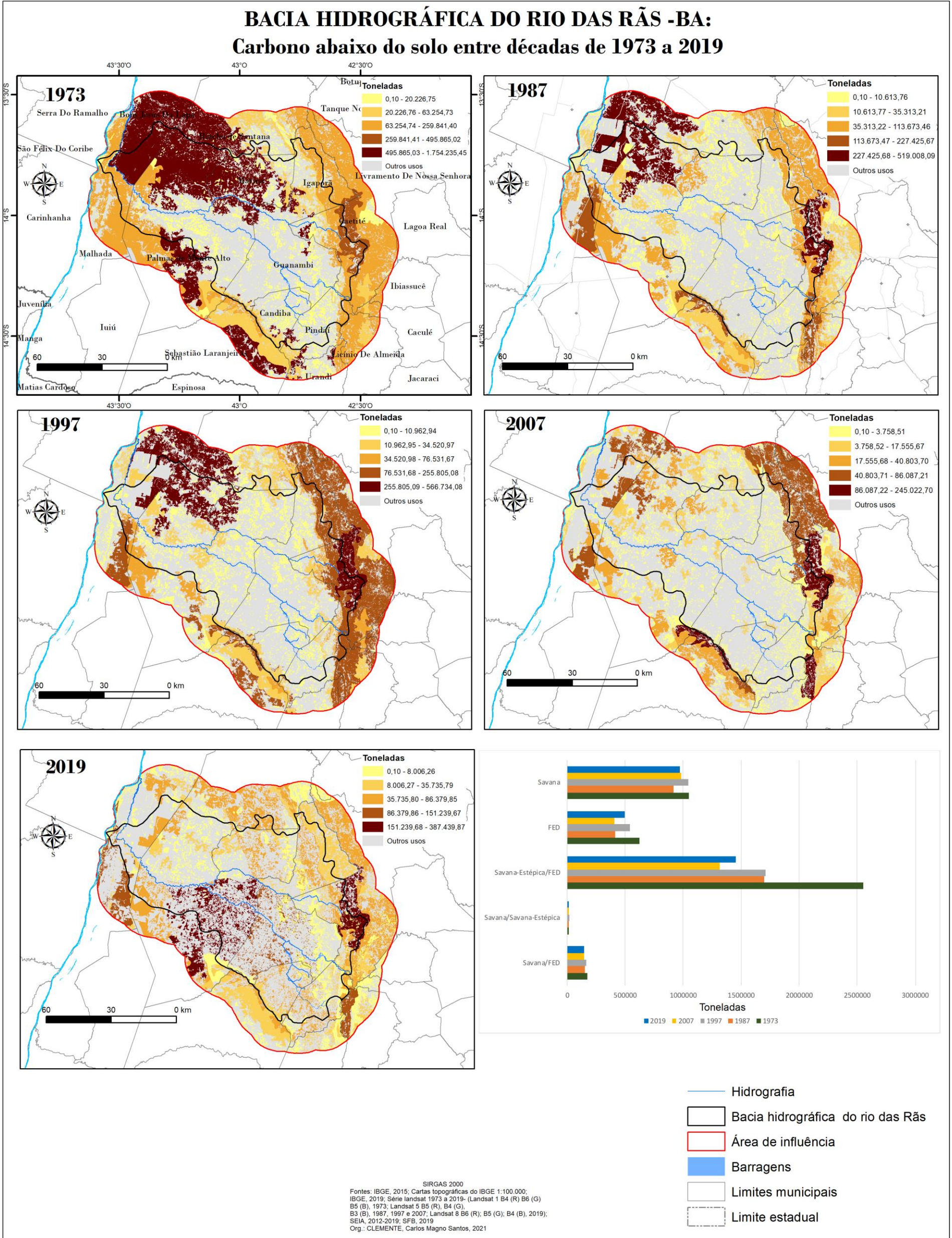
Entre os 46 anos analisados, ocorrem modificações nos corredores com vegetação mais próximos ou conectadas entre si de estocagem de carbono, alterando entre as regiões oeste e noroeste para as porções sul, leste e nordeste da bacia. Isso configura uma mudança desses blocos das áreas mais planas e baixas (altimetria) para porções mais elevadas e com irregularidades topográficas, como a Serra do Espinhaço e as UC's (Figura 49). Em relação ao cerrado, ocorre uma redução de 61,54% dos armazenados de C estão estocados abaixo do solo, comparados aos números de acima do solo, na bacia e seu entorno. Em especial, no município de Caetité e nas UC's de proteção integral, em um total para o cerrado com as seguintes ordens anuais: 1973 (1.051.347,2 ton. C); 1987 (918.749,76 ton. C); em 1997 (1.042.851,89 ton. de C); em 2007 (982.237,02 ton. C); e 2019 (971.534,80 ton. C); (Figura 50). Assim, o Carbono abaixo do solo segue um padrão semelhante de distribuição espacial e intensidade da biomassa abaixo do solo, variando os valores, mas com menores impactos na redução dos estoques ao comparar com áreas de contato entre Savana-Estépica/Floresta Estacional. Percebe-se incrementos em fragmentos de contato entre savana-estépica / FED de carbono abaixo do solo, ao final do último ano de análise (2019), na porção central e a oeste da bacia, no município de Palma de Monte Alto - BA. O que indica a regeneração da vegetação, a recuperação da matéria orgânica nos solos e da biomassa aérea nessa região (Figuras 50).

Figura 49 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Biomassa acima do solo entre décadas - 1973 a 2019



Fonte: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; IBGE, 2019; Série landsat 1973 a 2019- (Landsat 1 B4 (R) B6 (G) B5 (B), 1973; Landsat 5 B5 (R), B4 (G), B3 (B), 1987, 1997 e 2007; Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019); SEIA, 2012-2019; SFB, 2019.
 Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2021.

Figura 50 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs: Carbono abaixo do solo entre décadas - 1973 a 2019



Fonte: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; IBGE, 2019; Série landsat 1973 a 2019- (Landsat 1 B4 (R) B6 (G) B5 (B), 1973; Landsat 5 B5 (R), B4 (G), B3 (B), 1987, 1997 e 2007; Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019); SEIA, 2012-2019; SFB, 2019
Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2021

Em geral, o conjunto de atuações antrópicas na cobertura vegetal ocasionou a diminuição dos serviços ambientais relativos aos estoques de biomassa e carbono na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno. Entre os anos de 1973 a 2019, ocorreram reduções de 2.269.106,83 ton. de C acima do solo e 1.328.934,05 ton. C abaixo do solo, isso refere-se a 54,3 a 31,8% do armazenamento de C no ano de 2019 (Tabela 08). Os maiores impactos foram em fitofisionmias de contato entre Savana-Estépica/Floresta Estacional, principalmente por apresentar maiores extensões e a sua localização em área de aptidão agrícola. São estoques de C que deixaram de estar armazenados na cobertura vegetal para amenizar os GEE's do clima regional do semiárido baiano, diminuindo os serviços ambientais prestados pela natureza na bacia. Também, as extensões do cerrado foram menos impactadas na redução dos estoques de biomassa e carbono, principalmente, pela sua localização em terrenos de menos capacidades agrícolas ou isoladas geograficamente das pressões antrópicas (Tabela 08).

Tabela 08 – Estoques de carbono e biomassa (acima e baixo do solo) 1973 a 2019

Descrição	Biomassa		Carbono	
	Acima do solo	Abaixo do solo	Acima do solo	Abaixo do solo
1973				
Contato Savana/FED	635.088,76	355.584,32	311.154,86	172.962,87
Contato Savana/Savana-Estépica	51.394,14	28.779,96	25.181,05	14.100,78
Contato Savana-Estépica/FED	9.838.464,84	5.509.428,62	4.584.741,37	2.553.461,20
FED	2.267.194,34	1.269.536,67	1.108.961,46	621.741,54
Savana	825.205,18	2.145.590,35	404.324,94	1.051.347,24
Total	13.617.347,26	9.308.919,92	6.434.363,67	4.413.613,62
1987				
Contato Savana/FED	568.311,92	318.196,17	278.438,27	154.776,57
Contato Savana/Savana-Estépica	54.402,55	30.464,63	26.655,05	14.926,19
Contato Savana-Estépica/FED	6.531.960,16	3.657.823,53	3.043.904,56	1.695.295,67
FED	1.511.836,56	846.567,02	739.490,41	414.596,83
Savana	721.129,07	1.874.985,31	353.330,87	918.749,76
Total	9.387.640,26	6.728.036,66	4.441.819,16	3.198.345,02
1997				
Contato Savana/FED	591.657,02	331.267,02	289.875,95	161.134,48
Contato Savana/Savana-Estépica	61.887,13	34.655,88	30.322,19	16.979,70
Contato Savana-Estépica/FED	6.589.406,93	3.689.993,07	3.070.674,85	1.710.205,32
FED	1.970.728,87	1.103.528,05	963.950,17	540.440,66
Savana	818.537,16	2.128.253,05	401.057,81	1.042.851,89
Total	10.032.217,11	7.287.697,08	4.755.880,97	3.471.612,05
2007				
Contato Savana/FED	533.089,90	298.475,46	261.181,62	145.184,05
Contato Savana/Savana-Estépica	52.934,49	29.642,54	25.935,76	14.523,40
Contato Savana-Estépica/FED	5.078.364,08	2.843.826,23	2.366.526,31	1.318.031,40
FED	1.479.341,75	828.371,24	723.596,10	405.685,65
Savana	770.960,40	2.004.550,18	377.746,68	982.237,03
Total	7.914.690,61	6.004.865,65	3.754.986,47	2.865.661,54
2019				
Contato Savana/FED	535.365,84	299.749,76	262.296,69	145.803,89
Contato Savana/Savana-Estépica	57.265,10	32.067,61	28.057,58	15.711,57
Contato Savana-Estépica/FED	5.613.379,25	3.143.428,65	2.615.844,29	1.456.888,48
FED	1.817.993,15	1.018.002,26	889.241,96	498.555,34
Savana	762.560,19	1.982.709,07	373.630,84	971.534,80
Total	8.786.563,53	6.475.957,35	4.169.071,36	3.088.494,09

Floresta Estacional Decidual – FED; Fonte: Série landsat 1973 a 2019; - (Landsat 1 B4 (R) B6 (G) B5 (B), 1973; Landsat 5 B5 (R), B4 (G), B3 (B), 1987, 1997 e 2007; Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019); SEIA, 2012-2019; SFB, 2019; Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2021.

Na bacia, observa-se um conflito entre a diminuição dos serviços prestados pela natureza, como os estoques de biomassa e carbono, com momentos históricos de expressiva atuação antrópica. Isso pode ser entendido como um trade-off (MOUCHET *et al.*, 2014). O *trade-off* nos serviços ambientais compreendem “tendências opostas”, ou seja, quando se eleva a eficiência dos serviços prestados pela natureza, outro aspecto diminui (MOUCHET *et al.*, 2014). Em Carité, semiárido de Gana, o processo tradicional utiliza a lenha para a produção de manteiga, sendo esse procedimento proporcionado modificações significativas nos estoques de carbono e redução dos serviços ambientais (JASAW *et al.*, 2017)

Na literatura científica, terminologias como ofertas versus demandas, serviços ambientais versus socioeconômico são alusivos à terminologia “trocas”, sendo os aspectos naturais na categoria das ofertas e os anseios socioeconômicos como demandas (MOUCHET *et al.*, 2014). Assim, os aspectos ecológicos, socioeconômicos e de gestão da paisagem se tornam relevantes na análise de ofertas e demandas de serviços ambientais (MOUCHET *et al.*, 2014). São relações desafiadores para bacia do rio das Rãs e seu entorno.

Uma medida conflitante na bacia que se enquadra no contexto do “*Supply-demand*” ou “oferta versus demanda”. São ofertas ambientais advindas dos estoques de carbono que conflitam com as demandas regionais, como exemplo, a produção agrícola. Isso pode configurar uma defasagem espaço temporal para a recuperação dos ecossistemas, como ocorreu nas florestas secas no México, que apresentou uma deficiência na formação dos solos devido a agressividade agrícola (MOUCHET *et al.*, 2014). Também, uma lógica semelhante encontrada por Santos-Martín *et al.* (2019), um *trade-off* entre o avanço agrícola e os serviços ecossistêmicos no território espanhol, entre outras sugestões, o estudo recomendou a criação de um órgão eficaz comprometido com as agendas voltadas para os serviços prestados pela natureza. No caso da bacia, apesar da intensa interferência antrópica em momentos pretéritos, os ecossistemas se recuperaram em períodos econômicos não prósperos, em relação a agricultura regional e/ou um econômico favorável nacional. O Pagamento por Serviços Ambientais - PSA pode ser uma alternativa para que ocorra o desenvolvimento econômico, concomitante com a manutenção dos estoques de carbono, uma conciliação entre a economia, conservação e a sociedade. Além disso, considerar os projetos de recuperação de áreas degradadas e a regeneração de extensões de vegetação fora de áreas de APP e reservas legais, pois essas últimas encontram-se amparadas pelo código florestal de 2012.

A bacia pode ser impactada com os aumentos da temperatura, principalmente pelas peculiaridades do clima no contexto do semiárido brasileiro. São efeitos como o aumento de CO₂ na atmosfera, que atinge com maiores gravidades populações mais vulneráveis (CHANG,

2004). No caso do semiárido brasileiro, as condições climáticas, com irregularidade espaço-temporal da precipitação pluviométrica e a intensa evapotranspiração, somadas às frágeis condições dos pequenos produtores e comunidades rurais, intensifica os impactos negativos com o aumento da temperatura global, oriundos das mudanças do clima (MARENGO *et al.*, 2011). A área do estudo é uma parte desse contexto do semiárido brasileiro.

A bacia do rio das Rãs não tem um comitê regulamentado, sendo um dos poucos sem essa gestão na margem direita do São Francisco. Um comitê que poderia ser uma plataforma para a constituição de projetos de serviços ambientais e diálogo com a sociedade. Nessa perspectiva Cui *et al.* (2019) sugerem a análise da escala, ofertas e demandas para a implementação de serviços ecossistêmicos para uma gestão ambiental eficiente. Em específico, são ofertas relacionadas ao conjunto de serviços que a natureza pode fornecer e as demandas da sociedade. Ainda, uma política geral, estadual, relevante para a implementação de agendas ambientais, porém, uma gestão local, municipal, que pode tornar projetos envolvendo os serviços ambientais mais ativos (CUI *et al.*, 2019). Principalmente para aumentar a efetividade dos aspectos jurídicos-ambientais para conservação da biodiversidade e o aumento dos serviços ambientais (FORTE, 2015).

São direcionamentos de gestão relevantes para operacionalizar políticas públicas ambientais de projetos relacionados aos PSA na bacia, que atualmente não detém um comitê. Os comitês que envolvem órgãos federais e estaduais, consórcios municipais, poder executivo municipal, Instituição de Ensino Superior – IES, entre outros. Principalmente para o mapeamento de grupos interessados em mercados de carbono ou PSA, que são aspectos basilares para consolidação dos projetos ambientais e podem formatar melhor uma proposta juntamente com a sociedade local (YU, 2004). Também, um conjunto de municipalidades comprometido com a agenda ambiental e estabelecendo a bacia hidrográfica como unidade de integração para a gestão.

Na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno, a aplicação de uma política relacionada ao PSA pode ser uma alternativa para produtores, principalmente os agricultores familiares. Isso poderá trazer benefícios para a melhoria da renda familiar no campo e a estabilidade climática regional, com o aumento dos estoques de carbono e biomassa. Nesse contexto, a abordagem PSA pode estimular um caminho para a recuperação ou conservação da cobertura vegetal em áreas com maiores pressões antrópicas na bacia também, como é o caso da depressão de Guanambi ou do São Francisco, isso conciliando com práticas agropecuárias mais harmoniosas à natureza. A parte alta da bacia poderia se dimensionado os

estoques de carbono diminuídos com as aberturas das estradas para o transporte de equipamentos para os parques eólicos.

6 PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS - PSA'S NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS RÃS E SEU ENTORNO (BA)

Esse capítulo apresenta aspectos aplicados almejando apresentar uma outra forma de desenvolvimento possível, pautado numa exploração mais adequada das características naturais na bacia do rio das Rãs. Uma proposta mais harmônica entre a sociedade e a natureza. O item 6.1 apresenta a valoração dos estoques de carbono na ótica de um cenário desejável para alcançar as metas do Acordo de Paris e uma perspectiva do mercado de carbono. Além de exibir alternativas para nortear possíveis ações na bacia hidrográfica do rio das Rãs. O item 6.2 detalha possíveis beneficiados pelos PSA's, bem como, a sua distribuição geográfica e monetária na população rural.

6.1 Valoração dos estoques de carbono

As políticas internacionais têm proporcionado direcionamentos e meios para operacionalização de alternativas que versam sobre a conservação da biodiversidade, da sociedade e da economia. Esse mecanismo pode ser consolidado em metodologias relativas à valoração dos estoques de carbono, bem como, o PSA. No caso da bacia do rio das Rãs e seu entorno, a expansão agrícola, a pecuária e as práticas do carvoejamento são processos que acompanham o histórico de exploração da natureza, proporcionando oscilações dos estoques de biomassa e carbono, ditadas por momentos prósperos e crises da economia regional ou nacional. Nesse contexto, o PSA pode ser uma opção mais harmoniosa para nortear uma exploração mais adequada das características naturais na bacia do rio das Rãs.

De acordo com a presente pesquisa, a valoração dos estoques de carbono compreende mais de 250 milhões de dólares (US\$ 250.177.387,75), abrangendo 4.169.071,361 ton. de carbono em cobertura vegetal remanescente (551.768,3 ha/ 5517,68 km²) e um valor por propriedade de US\$ 11.344,36 em 2019, isso considerando um cenário favorável para alcançar as metas do Acordo de Paris. Ao reportar os valores seguidos pelas empresas envolvidas no mercado de carbono, totalizaram mais de 21 milhões de dólares (US\$ 21.682.040,27) e um valor por propriedade de US\$ 983,17.

Observa-se um distanciamento dos preços praticados no mercado de carbono em comparação com as precificações do Acordo de Paris, com uma desvalorização de 91,33% na bacia e seu entorno. Mesmo que diminuídos na perspectiva do mercado de carbono, são preços consideráveis quando comparado ao PIB de alguns municípios inseridos na bacia. O maior PIB da área do estudo, o município de Guanambi – BA, alcançou R\$ 1.263,8 milhões ou US\$ 250.277,26 (1 Dólar americano equivalente a 5,06 real do Brasil) no ano de 2017. Esse mesmo município poderia arrecadar US\$ 19.589.877,68 (acordo de Paris) em carbono estocado em remanescentes de vegetação natural, valores muito além do PIB do município. Além disso, o entendimento das empresas públicas e privadas na procura e captação de recursos em plataformas internacionais. Em relação a ação do Estado, poderia amplificar a sua atuação com o lançamento de editais para a operacionalização dos projetos e das leis vigentes sobre PSA.

O PSA contribuiria para diversificar um cenário econômico a nível regional, um tanto que dependente de momentos prósperos da agropecuária ou economia nacional e local. Como exemplo, os períodos áureos da agricultura algodoeira na bacia e seu entorno, que do início da década de 1970 até o final dos anos de 1980, alavancou incrementos monetários para fazendeiros ou agricultores envolvidos com a prática, nesse período, na bacia. Porém, o

declínio dessa agricultura ocasionou crises econômicas na região, na década de 1990, sendo o cenário atual de plantio longe de uma época áurea na bacia. A monocultura do algodão contribuiu com 19% da produção do Brasil (140 mil toneladas), estabelecido em uma área de 330.262 ha da bacia e influenciando a ocupação no mercado de trabalho de 3000.000 famílias da microrregião de Guanambi - BA, isso nos anos de 1980 (FERNANDES, 2004).

De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Algodão – ABRAPA, o preço vendido da tonelada de algodão em outubro de 2019 foi de US\$ 62,27. A microrregião de Guanambi produziu, em 2018, 4.630 ha (28,87 km²) de algodão (IBGE, 2018). Isso configura uma produção no valor de US\$ 288.310,27. A Associação Baiana dos Produtores de Algodão – ABAPA, 2019/2020, apresenta que mais de 95% do algodão em caroço e plumas estão localizados no oeste baiano, atualmente.

Com o alcance das precificações em US\$ 100 / tC até 2030 (anseios do Acordo de Paris), as áreas destinadas ao plantio de algodão, que rende US\$ 288.310,27, alcançariam US\$ 430.000 até a década de 30 do século XXI na bacia. Os preços arrecadados poderiam aumentar com o plantio de árvores nativas e a associação da vegetação natural com a pecuária. Certamente esses fatores são relevantes para consolidação do PSA na bacia, bem como, a valorização do mercado de carbono, o envolvimento da população e a utilização dos PSA pelas repartições públicas (municipais, estaduais e federais) e privadas. Vale registrar a união de esforços liderada pela Organização das Nações Unidas – ONU para o projeto global da “Década da Restauração de Ecossistemas (2021-2030)”, que tem como estratégias capacitar um movimento global para causa, financiar a restauração local, focar nas mudanças de comportamentos sociais, investir em pesquisas, resgate da cultura regional, entre outras (ONU, 2021). O Brasil comprometeu na recuperação da vegetação, recomposição das pastagens degradadas e as metas do subprojeto “20x20” (ONU, 2021)

Na bacia não foram detectadas práticas relativas à silvicultura, ou o plantio de eucalipto e pinus em latifúndios. Porém, a prática da exploração da vegetação para obtenção do carvão acompanha o processo de exploração natural na bacia. Os preços médios para produções de carvão vegetal para as classes de produtores totalizam a US\$/t 55,63³ Dólares por tonelada (Reais por Tonelada R\$/t 324,24), US\$/t 61,15 (R\$/t 356,40) e US\$/t 72,59 (R\$/t 423,09), para os pequenos agricultores, médios produtores e grandes empresas, respectivamente (MOTA, 2013). No caso dos pequenos produtores com áreas plantadas, o detalhamento do custo na produção por toneladas configura-se da seguinte maneira: implantação US\$/t 4,57 (R\$/t 26,65);

³ Valor do dólar em relação ao real de R\$ 5,59 em 07 de maio de 2020.

manutenção US\$/t 1,72 (R\$/t 10,00); colheita US\$/t 5,45 (R\$/t 31,75); transporte US\$/t 2,14 (R\$/t 12,50); carbonização US\$/t 6,05 (R\$/t 35,28); US\$/t frete 24,71 (R\$/t 144,00); impostos US\$/t 5,43 (R\$/t 31,64); outros US\$/t 5,56 (R\$/t 32,42) (MOTA, 2013). Quando o produto do carvão é oriundo de vegetação nativa, os valores diminuem para US\$ 49,69 (R\$/t 277,94) (MOTA, 2013).

Em geral, a prática de exploração de matas nativas provoca uma concorrência desleal com produtores de áreas de florestas plantadas regulamentadas, pois o baixo custo de implantação, mão de obra pouco qualificada, instrumentos menos eficientes para a carbonização diminuem o custo do produto. Assim, a fiscalização da prática ilegal do carvão vegetal e a preferência do mercado das siderurgias pelo carvão vegetal regularizado, são medidas que amenizam a prática irregular (MOTA, 2013). O estudo de Mota (2013), realizado no noroeste de Minas Gerais, nas municipalidades de Paracatu e Vazante (cerrado), destaca que a prática do carvão não licenciado em vegetação nativa em Minas Gerais - norte, noroeste e nordeste - causam pressões antrópicas no próprio estado e nos estados limítrofes.

A bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno se enquadram nesse contexto geográfico, pois se localizam no limite dos estados da Bahia e Minas Gerais. E os produtos oriundos do carvoejamento na bacia, em grande parte, destina-se ao abastecimento das regiões siderúrgicas, como exemplo, a região metropolitana de Belo Horizonte ou o município de Sete Lagoas em Minas Gerais. Entre outros impactos negativos nos ecossistemas, o carvão gera a subtração da vegetação na natureza, a poluição da atmosfera no processo de carbonização e a degradação do ar com a siderúrgica, produzindo CO₂ para atmosfera (MOTA, 2013). O que reforça a relevância de outra maneira mais sustentável de exploração dos recursos naturais na área do estudo.

Em um cenário otimista para alcançar as metas do Acordo de Paris (US\$/t 100,00) na bacia, efeitos podem ocorrer na esfera econômica, social e da natureza. A vegetação uma vez removida irá precisar de 10 a 15 anos para recuperação, e um rendimento anual ou mensal de US\$/t 100,00 para carbono, pode ser uma boa justificativa financeira para atrair o produtor a integrar os PSA relativos ao carbono na área do estudo. Assim, a adoção de políticas envolvendo os PSA na bacia pode acarretar o aumento da renda dos produtores envolvidos com a prática ilegal, além de fornecer um estímulo para o setor agropecuário não realizar o desmatamento. Em uma abordagem avançada, consociar práticas agroecológicas e a exploração da vegetação de forma racional, inserindo o uso da natureza como o meio de subsistência nas propriedades rurais.

Entretanto, critérios preliminares ou preparatórios são relevantes balizadores para a estruturação de políticas relacionadas aos PSA na bacia. Em específico: a seleção atenta dos serviços prestados pela natureza a nível local; a escala geográfica (nacional, estadual, municipal, local); diagnóstico das partes interessadas; análise da infraestrutura (recursos humanos, tecnológicos, entre outros) das instituições envolvidas; aspectos culturais; informações da valoração no mercado e nas conferências internacionais (GUERRA, 2016). Soma-se a isso questões analíticas dos pré-projetos para verificar a viabilidade da implementação dos programas relativos aos PSA (WUNDER, 2015). No caso da bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno, a consolidação de um comitê de bacia hidrográfica é uma plataforma interessante para o envolvimento de representantes públicos e privados. Um ambiente para reflexões plurais sobre a implantação do PSA, isso conciliado a formulações de estudos ou pesquisas.

O comitê da bacia hidrográfica do rio das Rãs pode ser uma plataforma para a organização de atores como órgãos executivos federais, do estado e municípios. E dentro dessa perspectiva, o envolvimento das instituições públicas, como o governo do estado, para a constituição de fundos destinados aos PSA, principalmente pelo fato da legislação vigente na Bahia, institui uma política sobre o PSA, que prevê uma modalidade de aumento dos estoques de carbono, no “Subprograma de Captura e Sequestro de Carbono – SCSC”.

Além disso, o comitê da bacia pode ser uma plataforma de debate entre as instituições privadas da bacia e seu entorno, como as empresas eólicas, de energia solar, da mineração, entre outras que podem ser fontes financiadoras para os projetos de PSA. Podem direcionar a atuação privada para as maneiras mais formais (estabelecidos por legislações, por exemplo) ou os voluntários (empresas que adotam a metodologia de PSA para valorização de sua marca), geralmente, nessa última pode ocorrer atuação mínima do governo. Como exemplo, a Nestle, que despertou para conservar a biodiversidade no entorno de uma empresa na França, para melhoria da qualidade da água e ganhos econômicos, na década de 1990. Outro direcionamento são os programas com fundos para projetos de PSA, isso dentro do marco regulatório do protocolo de Quioto e o mercado de carbono (FOREST TRENDS, 2008). São vários os tipos de pagamentos por serviços ambientais, como exemplo, a servidão de conservação, que o proprietário pode ser pago para a conservação da biodiversidade em determinada porção da terra (FOREST TRENDS, 2008).

São direcionamentos relevantes para a bacia, pois os indicadores socioeconômicos da área do estudo estão aquém de outras regiões do Brasil, como as bacias hidrográficas do Sudeste brasileiro. Nesse contexto, na presente pesquisa perpassa pela narrativa entre a

conservação e a atenuação da pobreza. Uma dualidade que geralmente está no escopo dos projetos de PSA (OLA, *et al.*, 2019). Em geral, 70% dos programas alcançaram a redução da pobreza, 73% a conservação da natureza e 54% compreendendo a diminuição da pobreza e a conservação da biodiversidade. Como exemplo, a abordagem da implementação de programas de PSA vislumbrando a diminuição do desmatamento e a promoção do desenvolvimento, e consequentemente a redução da pobreza. Em muitas ocasiões, ocorre um embate ou competitividade entre os projetos PSA e a produção agrícola (LEE; MAHANTY, 2009; OLA *et al.*, 2019; WU *et al.*, 2019). Como ocorreu em momentos históricos da bacia do rio das Rãs e seu entorno. Assim, destinar incentivos para a proteção da biodiversidade e como consequência contribuir com a diminuição das desigualdades podem ser artifícios para acréscimo da renda da comunidade ou do indivíduo, pois a questão econômica também é um tema central da população rural (FOREST TRENDS *et al.*, 2008; ANGELOTTI *et al.*, 2015; GUERRA, 2016).

Até mesmo a forma de pagamentos dos envolvidos em PSA da bacia hidrográfica do rio das Rãs é importante. Como Ola *et al.*, (2019), que analisaram 69 estudos de 56 programas em 3 continentes diferentes, sendo apresentados como resultados fatores comuns em projetos de sucesso, que são elencados da seguinte maneira: os pagamentos com valores maiores em PSA; remunerações em dinheiro aos produtores ou envolvidos no projeto; a utilização maior da iniciativa privada; avaliações preliminares; e o monitoramento dos programas implementados.

Na bacia, um prazo mínimo de 10 anos, para uma primeira fase do projeto seria salutar, até mesmo para avaliar os impactos do PSA na recuperação da vegetação e na renda familiar local, seguindo critérios de metodologias e de operacionalização. Como menciona Forest Trends (2008), os principais aspectos metodológicos para a implantação de projetos de PSA referem-se a “identificar perspectivas de serviços ambientais e potenciais compradores, avaliar a capacidade institucional e técnica, estruturação de acordos e a implementação dos acordos de PSA. Estudos prévios também somam conhecimentos preliminares dos provedores, o monitoramento ou acompanhamento dos projetos como medidas salutaras para que os interesses locais sejam contemplados no PSA (OLA *et al.*, 2019).

Assim, recomenda-se para a bacia uma introdução de um sistema funcional para os projetos envolvendo o PSA's, almejando impactos positivos na conservação da natureza, com envolvimento também da iniciativa privada e atento aos meios de subsistência da população. Ainda, o comprometimento contratual, recompensas para os produtores que aumentaram a cobertura vegetal, canal para o envio de reclamações dos envolvidos, o aprimoramento da

beleza paisagística (turismo), fluxos financeiros eficazes e um monitoramento robusto. O monitoramento configura-se como uma base importante no andamento do programa e um dos itens com maiores custos financeiros, o que torna muitos projetos ineficientes no acompanhamento. Uma das maneiras de baixar o custo do monitoramento é o autorrelato, porém se mostrou ineficiente em alguns programas de PSA (PHAM, *et al.*, 2015).

Em suma, com grupos organizados e uma equipe multidisciplinar, outros caminhos podem ser percorridos, como a iniciativa público-privada ou o setor empresarial como financiador dos projetos PSA na bacia. Também, a categoria marketing da conservação pode ser utilizada como impulsionadora dos projetos, pois indústrias e empresas podem melhorar a sua imagem no mercado regional, nacional e internacional. Além disso, a conservação para o aumento da qualidade dos recursos ofertados pela natureza, como a conservação de nascentes e áreas de fragilidade ambiental para melhoria da qualidade e oferta hídrica, que em alguns arranjos industriais são utilizados nos procedimentos de fábricas, comércios ou indústrias. E a melhoria e o aumento da cobertura vegetal que proporcionará o incremento de polinizadores e fármacos advindos do meio natural.

De maneira geral, a inicialização e consolidação dos projetos PSA no mercado de carbono tem íntima relação com os interesses socioeconômicos e políticos (YU, 2004). No caso da bacia e seu entorno, de início, os grupos mais vulneráveis poderiam ser priorizados, inserindo o PSA como uma política pública, almejando a melhoria da renda dos sertanejos e consolidação dos programas.

6.2 Cenários de possíveis Beneficiados (as) pelos PSA

O PSA na bacia hidrográfica do rio das Rãs configura-se como uma alternativa para atender as demandas socioeconômicas e da conservação da natureza. Como a economia é um tema central das populações em seus variados extratos sociais, a análise cuidadosa dos recursos financeiros é um tema relevante, uma perspectiva de desenvolvimento socioambiental e uma distribuição mais justa dos recursos monetários. Principalmente para não consolidar uma perspectiva de concentração de renda e direcionar para populações rurais mais vulneráveis (em relação a renda) na bacia. Soma-se a esse contexto almejar a manutenção e o fortalecimento da conservação da biodiversidade, educação ambiental e o estabelecimento de UC's. E conscientizar os latifundiários que conservar também pode ser lucrativo, sendo o lucro um ponto inicial para uma reconstrução de uma consciência do entendimento de uma relação mais harmoniosa entre a sociedade e a natureza. Além do envolvimento dos poderes executivos estaduais, municipais e a iniciativa privada para investimentos em projetos de PSA na bacia.

Desse modo, baseado no banco de dados constituído na presente pesquisa, foram quantificadas 22.053 demarcações territoriais, sendo 20.598 minifúndios (93,40 % dos limites selecionados) (total de 262.143,06 ha/ 2.621,43 km²), 1.214 pequenas propriedades (5,50% das demarcações territoriais) (140.105,82 ha/ 1401,05 km²), 208 propriedades médias (0,94% dos limites) (94.792,569 ha/947,92 km²), 23 grandes propriedades (0,10% das propriedades) (45.075,247 ha /450,75 km²), 6 assentamentos rurais (0,027% dos limites) (66.289,85 ha/662,89 km²), 2 UCs' de proteção integral (0,009% das demarcações territoriais) (45.994,04 ha /459,94 km²), 2 territórios quilombolas (0,009% das propriedades) (37.369,07 ha/ 373,69 km²) e 552.078,49 ha / 55.20,78 km² limites sem registros de demarcações encontradas no território na bacia. Vale reforçar que os minifúndios são propriedades menores que 65 ha, as pequenas propriedades de 65 a 260 ha, as médias propriedades 260 a 295 ha e as grandes propriedades maiores que 295 ha (Figura 51).

As ocupações das demarcações territoriais mapeadas, em cada municipalidade, configuram-se da seguinte maneira: Bom Jesus da Lapa (14,7%); Caculé (2,9%); Caetité (22,4%); Candiba (62,2%); Guanambi (42,6%); Ibiassucê (2,6%); Igaporã (52,0%); Licínio de Almeida (13%); Malhada (28,3%); Matina (59,2%); Palmas de Monte Alto (43,1%); Pindaí (45,5%); Riacho de Santana (40,1%); Sebastião Laranjeiras (22,7%); Tanque Novo (0,9%); Urandi (12,7%) (Figura 51).

Percebe-se maiores quantitativos de minifúndios e pequenas propriedades nos municípios, sendo que 61,11% dos municípios (11 de 18 municipalidades) têm a população rural maior que a urbana. E os grandes imóveis, as médias propriedades rurais, os assentamentos rurais e os territórios quilombolas estão concentrados nas porções ocidentais, noroeste e sudoeste da bacia, áreas com históricos de uso agrícola mais intenso na bacia (Figura 51; Tabela 09).

Entre as décadas de 1970 ao final da década de 1990, os conflitos fundiários foram intensificados no quilombo localizado a oeste da bacia. Os primeiros registros das expropriações violentas foram em 1972, com ações incisivas dos coronéis da região (“descendentes da família de coronel Deocleciano Teixeira”, Celso Teixeira), principalmente na expulsão dos quilombolas, vigilância de jagunços, grilagem de terras, derrubada de casas, envenenamento de lagoas, matança de animais, a proibição de novos roçados e a interdição da pesca, um conjunto de ações dos fazendeiros direcionados ao quilombo do rio das Rãs (SILVA, 2010; SILVA, 2015).

Um conflito territorial que iniciou com a família dos Teixeira e foi intensificada, posteriormente, pelo “Grupo Empresarial Bial-Bonfim Indústria Algodoeira LTDA”, na década de 1980. Em geral, o principal motivo das intervenções por parte dos fazendeiros eram a substituição dos roçados da comunidade tradicional pela monocultura do algodão e pastagem. E após um árduo processo judicial e de conflitos, o quilombo do rio das Rãs foi reconhecido no início do século XXI, ano de 2000 (SILVA, 2015). Até 2014, foram autorizados 6 assentamentos pelo INCRA na bacia, sendo quatro consolidados e dois em fase de implantação, localizados a oeste, nas proximidades do rio São Francisco. Observa-se que além da diminuição do potencial dos serviços ambientais, o período algodoeiro foi impulsionador de conflitos territoriais na bacia do rio das Rãs e seu entorno. E as UC’s de proteção integral das Serra dos Montes Altos foram estabelecidas em julho de 2012 (Figura 51).

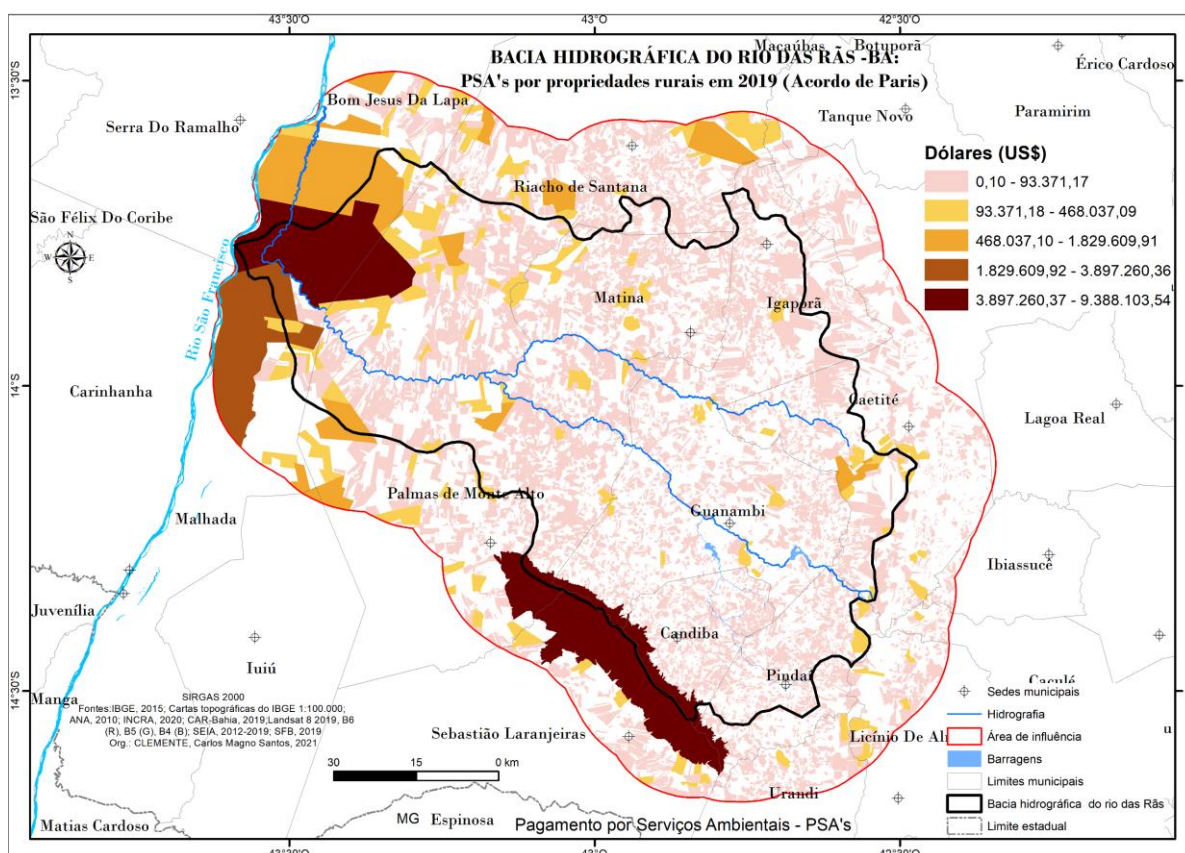
Nesse contexto, em um cenário de PSA em relação ao Acordo de Paris, no ano de 2019, em um cenário hipotético na bacia, o número total de demarcações territoriais contempladas compreende 16.058 e de não selecionadas 5.995 propriedades, são limites com a presença ou ausência de vegetação natural com estoques de carbono, respectivamente. Vale registrar que os números apresentados consideraram as reservas legais e as APP’s, um critério a mais a ser considerado em projetos de PSA, pois são áreas protegidas pelo código florestal de 2012.

Todos os minifúndios juntos teriam maiores arrecadações relativos aos PSA, com 30,64 % do total das propriedades selecionadas (US\$ 40.481.643,5), seguido das pequenas (22,53% / US\$ 29.764.518,90), médias (17,37 / US\$ 22.953.992,30) e grandes propriedades 9,19 % / US\$ 12.147.973,60). Ao comparar o PSA por propriedade, entre os minifúndios, pequenas, médias e grandes limites territoriais, observa-se maiores valores monetários para as grandes propriedades, que indica uma concentração de renda para esses latifundiários, ou seja, enquanto um minifúndio receberia US\$ 1.965,32, a grande propriedade alcançaria US\$ 528.172,77, uma diferença de US\$ 526.207,45. Vale retomar a discussão dos conflitos gerados no início da década de 1970, sendo que depois de árduas solicitações ao Estado, foram dispostas os assentamentos e quilombos no século XXI na bacia (Tabela 10; Figura 52).

Ao comparar todas as categorias territoriais selecionadas, as UC's alcançariam maiores recursos por propriedade. As áreas protegidas são estaduais e um interessante recorte geográfico de um projeto piloto para aplicação da lei da Bahia, regulamentada pela lei nº 13.223 de 12 de janeiro de 2015, que institui a política estadual de PSA (Tabela 10). Os valores podem alcançar US\$ 9.388.103,5 (US\$ 782.341,95 mensais) para as UC's, que poderiam ser investidas na infraestrutura das áreas protegidas, desapropriação de terras e a constituição de um plano de manejo, pois as áreas protegidas não apresentavam esse documento até dezembro de 2020. Um edital foi lançado no ano de 2019, pelo Governo do estado da Bahia, para a constituição de planos de manejos, incluindo as UC's de proteção integral da Serra dos Montes Altos. Porém, não foi apresentado o documento até a data supracitada (Tabela 10; Figura 52).

A distribuição geográfica monetária referente aos PSA consolida a repartição dos maiores valores monetários nas categorias minifúndios, pequenas e médias propriedades e concentrações de renda em grandes propriedades, além disso, relevantes recursos financeiros para UC's, assentamentos rurais e no território quilombola. Em relação a esses limites territoriais, a própria essência conceitual dos estabelecimentos dessas propriedades direciona para aspectos conservacionistas ou um desenvolvimento mais equilibrado entre ações humanas e da natureza. No caso do quilombo das Rãs, são 300 famílias estabelecidas e reconhecidas pelo INCRA, um interessante recurso que poderiam contribuir para renda familiar (SILVA, 2015). (Tabela 10; Figura 52).

Figura 52 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs -BA: PSA por propriedades em 2019 (Acordo de Paris)



Fontes: IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; ANA, 2010; INCRA, 2020; CAR-Bahia, 2019; Landsat 8 2019, B6 (R), B5 (G), B4 (B); SEIA, 2012-2019; SFB, 2019. Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2021.

Tabela 10 – PSA totais e por propriedades rurais conforme o acordo de Paris (Dólares -US\$) em 2019

Limites territoriais	Total (US\$)	Quant. limites	Por propriedade (US\$)
Minifúndios	40.481.643,5	20.598	1.965,32
Pequenas	29.764.518,9	1.214	24.517,73
Médias	22.953.992,3	208	110.355,73
Grandes	12.147.973,6	23	528.172,77
UC's	9.388.103,5	2	4.694.051,75
Quilombolas	4.789.691,6	2	2.394.845,80
Assentamentos	12.601.266,5	6	2.100.211,08

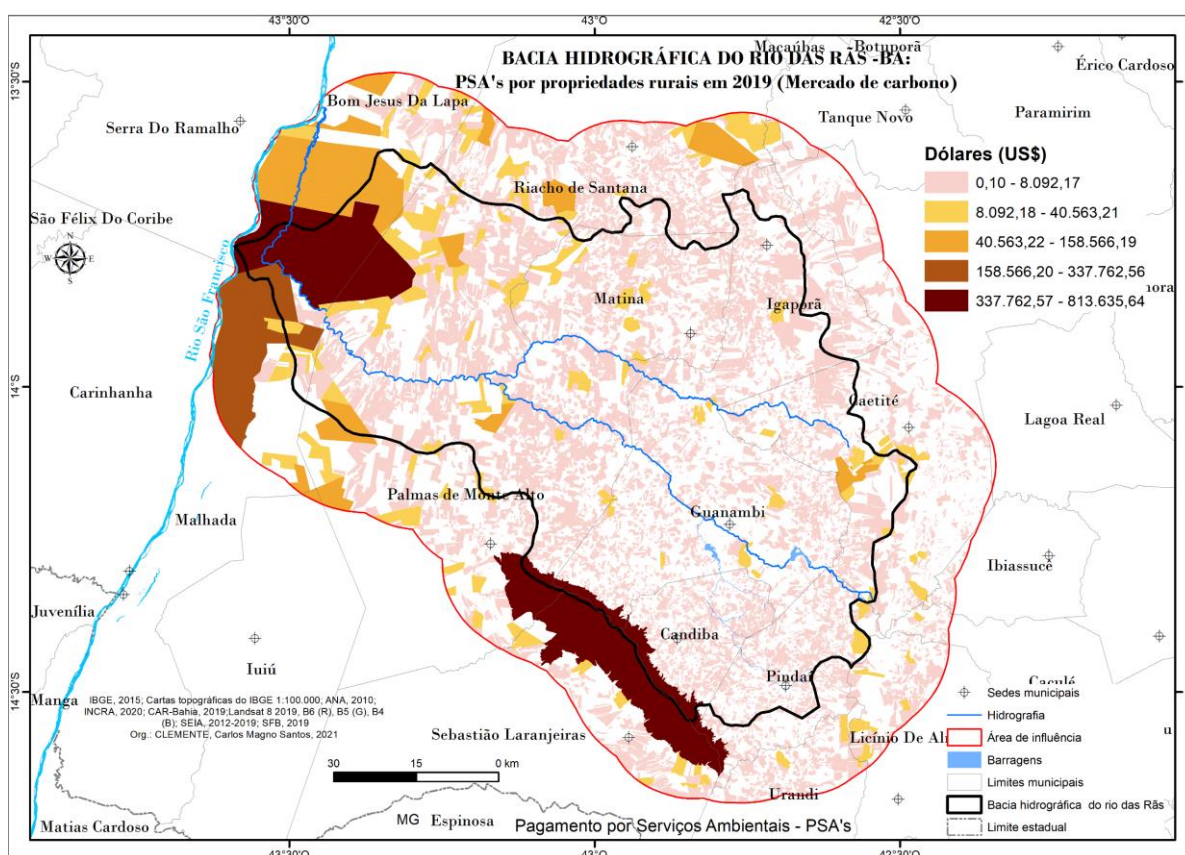
Foi considerada a precificação de US\$ /t 60,00 para o acordo de Paris de carbono acima do solo.

Fonte: Landsat 8 B6 (R); B5 (G); B4 (B), 2019); SEIA, 2012-2019; SFB, 2019.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2021.

Em geral, a distribuição no espaço geográfico relativos aos PSA dos preços praticados no mercado são semelhantes da espacialização do Acordo de Paris, em relação as maiores repartições e concentrações monetárias, porém com a desvalorização em 91,33% (Figura 53). Além da distribuição monetário no espaço geográfico, chama-se a atenção para o estímulo a recuperação da vegetação natural e estoques de carbono em extensões, historicamente, de maiores pressões agropecuárias, principalmente localizados em formações geomorfológicas da depressão de Guanambi e do São Francisco.

Figura 53 - Bacia hidrográfica do rio das Rãs -BA: PSA por propriedades rurais em 2019 (Mercado de carbono)



IBGE, 2015; Cartas topográficas do IBGE 1:100.000; ANA, 2010; INCRA, 2020; CAR-Bahia, 2019; Landsat 8 2019, B6 (R), B5 (G), B4 (B); SEIA, 2012-2019; SFB, 2019
 Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2021

A fitofisionomia de contato entre savana-estépica com FED exibiu maiores preços acumulados. São extensões estabelecidas em sítios da depressão de Guanambi e do São Francisco, áreas com maiores pressões antrópicas no histórico da ocupação territorial e uso da terra na bacia. Além de localizarem nas UC's em relevos residuais. Essa fitofisionomia acumula valores no ano de 2019 de US\$ 53.363.044,7 (Tabela 11).

Tabela 11 –PSA por tipo de vegetação conforme o acordo de Paris (US\$ dólares)

Nomes	2019
Savana/FED	15.745.317,3
Savana/Savana-Estépica	1.683.707,6
Savana-Estépica/FED	156.964.313,6
FED	53.363.044,7
Savana	22.421.004,5
Total	250.177.387,8

Foi considerada a precificação de US\$ /t 60,00 para o acordo de Paris de carbono acima do solo.

Fonte: Série landsat 1973 a 2019.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2021.

Nesse contexto, indagações evidenciam-se no presente estudo: ocorreu a degradação da biodiversidade e os estoques de carbono, isso foi benéfico ou não para aumento de indicadores econômicos e sociais? Como encontram-se os municípios da bacia em relação a municipalidades com indicadores melhores no Brasil? Como menção, em estudo de Dupin *et al.*, (2018) realizado no Norte de Minas, região limítrofe a área do estudo, não encontraram evidências que o desmatamento em vegetação decídua ocasiona o bem-estar humano ou melhoria de indicadores no Norte de Minas Gerais. Os indicadores sociais no Brasil tiveram uma melhoria como um todo.

Todas as municipalidades inseridas, totalmente ou parcialmente, na bacia e seu entorno encontram-se abaixo da média nacional (mínimo de IDHM de 0,545 a 0,673) em relação ao IDHM (IDHM médio do Brasil: 0,727), sendo que somente o município de Guanambi (IDHM de 0,673) apresenta indicador acima da média do estado da Bahia (IDHM médio da Bahia: 0,660). Entre as componentes do IDHM, a educação e a renda exibem menores médias na bacia. Além disso, as municipalidades da bacia apresentam indicativos de concentração de renda, apontadas no índice de GINI (mínimo de 0,44 e máximo de 0,60). E ainda que o PIB per capita alcance 16.407,9 por habitante (maior indicador no município de Caetitê), esses números mascaram uma realidade de má distribuição de renda na bacia (Tabela 12). Ao realizar uma comparação com outras regiões do Brasil, o município de maior IDHM é São Caetano do Sul – SP com 0,862, sendo que os melhores indicadores do índice de GINI são dos municípios dos estados do Rio Grande do Sul (Microrregiões Gramado-Canela e Montenegro) e do estado de Santa Catarina (Microrregião de Blumenau), variando de GINI 0,28 a 0,30. Vale ressaltar que quanto mais próximo de 1, significa indicativo de melhor IDHM e no caso do índice de GINI, menores números, mais próximo a 0 indicam melhores distribuições de renda (Tabela 12).

Em suma, os indicadores sociais do Brasil melhoram em sua totalidade, porém um cenário de desigualdade social e de indicadores abaixo das médias do país e estadual evidenciam-se na bacia. Assim, a diminuição dos potenciais dos serviços ambientais não foi convertida em um desenvolvimento socioeconômico para a região. Isso somado a um histórico de políticas públicas fragilizadas, perpetuando a concentração de renda e a permanência de baixos indicadores sociais, comparado a outras regiões do Brasil (Tabela 12). Por isso o PSA não pode ser um instrumento para agravar a situação socioeconômica na área do estudo.

Tabela 12 –Bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno: Indicadores sociais

Municípios	GINI	IDHM	IDHME	IDHML	IDHMR	PIB Per Capita (R\$1,00)
Bom Jesus da Lapa	0,6	0,633	0,533	0,775	0,615	14.080,2
Caculé	0,48	0,637	0,541	0,769	0,621	10.189,5
Caetitê	0,59	0,625	0,484	0,801	0,631	16.407,9
Candiba	0,44	0,591	0,481	0,743	0,578	7.499,2
Guanambi	0,55	0,673	0,584	0,789	0,663	14.558,1
Ibiassucê	0,46	0,611	0,476	0,789	0,608	8.060,1
Igaporã	0,5	0,614	0,516	0,766	0,586	11.112,4
Lagoa Real	0,48	0,545	0,395	0,764	0,535	5.471,2
Licínio de Almeida	0,45	0,621	0,531	0,775	0,582	8.035,9
Malhada	0,49	0,562	0,454	0,734	0,532	7.542,3
Matina	0,46	0,572	0,469	0,74	0,538	5.777,7
Palmas de Monte Alto	0,48	0,586	0,462	0,777	0,561	7.156,0
Pindaí	0,45	0,603	0,498	0,777	0,566	10.961,1
Riacho de Santana	0,56	0,615	0,532	0,764	0,572	6.770,6
Sebastiao Laranjeiras	0,46	0,615	0,527	0,777	0,569	6.454,1
Tanque Novo	0,6	0,599	0,474	0,778	0,583	8.659,5
Urandi	0,51	0,598	0,469	0,766	0,595	9.612,8

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM; Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Educação – IDHME; Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Longevidade – IDHML; Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Renda – IDHMR; IDHM médio do Brasil: 0,727; IDHM médio da Bahia: 0,660; Município de maior IDHM (São Caetano do Sul - SP): 0,862; Melhores indicadores do índice de GINI 0,28 a 0,30, municípios dos estados do Rio Grande do Sul (Microrregiões Gramado-Canela e Montenegro) e Santa Catarina (Microrregião de Blumenau) do Brasil. Produtor Interno Bruto - PIB per capita para o ano de 2017.

Fonte: PNUD, 201; IBGE, 2017.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2020.

Ao considerar o nível municipal, os recursos financeiros podem alcançar US\$ 44.359.961,86, principalmente em municipalidades que se localizam, totalmente ou parcialmente, na serra do Espinhaço e nas UC's de proteção integral, nessa mesma formação geomorfológica (Tabela 13). Chama-se atenção para algumas municipalidades com potenciais

para investimentos em projeto de PSA para melhoria da renda da população na bacia e seu entorno, como: Riacho Santana – BA (US\$ 44.359.961,86); Palmas de Monte Alto – BA (US\$ 41.776.275,02); Caetité – BA (US\$ 32.693.043,37); Guanambi – BA (US\$ 19.589.877,68) (Tabela 13). Além dos remanescentes de carbono na vegetação, as municipalidades podem vislumbrar investimentos em recuperação da cobertura vegetal.

Diante dessa conjuntura os chefes do poder executivo municipal, estadual e federal poderiam incorporar nos planejamentos o PSA e a busca de recursos de financiamento no cenário nacional e internacional. Além disso, uma discussão em consórcios municipais, pois poderá ser um ambiente de concentração dos poderes executivos. Soma-se a esse contexto municipal, o bom emprego de uma gestão transparente, almejando uma distribuição monetária em populações mais vulneráveis financeiramente.

Tabela 13 - PSA por município em 2019 – Carbono acima do solo

Municípios	Área municipal (%)	Toneladas	Mercado (US\$)	Acordo de Paris (US\$)
Bom Jesus da Lapa	19,6	313.610,41	1.630.774,15	18.816.624,76
Caculé	54,5	20.553,02	106.875,69	1.233.181,07
Caetité	62,3	544.884,06	2.833.397,09	32.693.043,37
Candiba	100	126.198,53	656.232,33	7.571.911,52
Guanambi	100	326.497,96	1.697.789,40	19.589.877,68
Ibiassucê	7,9	15.312,93	79.627,22	918.775,66
Igaporã	100	199.770,08	1.038.804,43	11.986.204,99
Licínio de Almeida	30,6	126.893,35	659.845,40	7.613.600,79
Malhada	38,0	258.523,69	1.344.323,21	15.511.421,70
Matina	100	275.307,90	1.431.601,09	16.518.474,07
Palmas de Monte Alto	79,8	696.271,25	3.620.610,50	41.776.275,02
Pindaí	100	224.162,34	1.165.644,17	13.449.740,37
Riacho de Santana	61,5	738.780,93	3.844.530,03	44.359.961,86
Sebastião Laranjeiras	30,7	215.315,45	1.119.640,32	12.918.926,83
Tanque Novo	3,5	4.125,57	21.452,95	247.534,07
Urandi	25,8	82.863,90	430.892,28	4.971.834,00
Total		4.169.071,36	21.682.040,27	250.177.387,75

Foi considerada a precificação de US\$ /t 60,00 para o acordo de Paris de carbono acima do solo.

Fonte: Landsat 8 2019, B6 (R), B5 (G), B4 (B); SEIA, 2012-2019; SFB, 2019.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2021.

Org.: CLEMENTE, Carlos Magno Santos, 2021.

Esse cenário de baixos indicadores sociais traz reflexões que devem ser pontuadas para a distribuição dos PSA's, principalmente para a repartição na classe de pessoas mais vulneráveis socialmente, como produtores rurais (Minifúndios e pequenas propriedades), bem como o fortalecimento de uma política para conservação na bacia e sua área de influência. Uma contribuição que pode refletir em benefícios na bacia hidrográfica do São Francisco como um TODO, principalmente na disponibilidade hídrica.

Mas afinal como buscar recursos para a bacia? Em relação aos instrumentos financeiros do Brasil, a lei nº 12.114 de 9 de dezembro de 2009, institui o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima - FNMC, programa vinculado ao Ministério do Meio Ambiente - MMA, que tem como intuito apoiar financeiramente projetos ou propostas que atenuam às mudanças do clima (BRASIL, 2009). O fundo é regulamentado pelo decreto federal 7.343/2010 e tem como recursos oriundos das fontes energéticas (60%), doações por instituições internacionais, nacionais e a iniciativa privada, entre outros. Em julho de 2020, por meio da portaria 288, foi instituído o programa Pagamentos por Serviços Ambientais - Floresta+, na plataforma governamental do Ministério do Meio Ambiente – MMA, que tem como intuito incentivar o mercado de carbono público-privado. E em janeiro de 2021 foi instituída a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES apoia projetos de mudanças do clima do FNMC, sendo propostas dez modalidades, sendo estas: mobilidade urbana; cidades sustentáveis e mudança do clima; máquinas e equipamentos eficientes; energias renováveis; resíduos sólidos; carvão vegetal; florestas nativas; gestão e serviços de carbono; e projetos inovadores. O orçamento anual - FNMC, em média, é de R\$ 560 milhões, de acordo o Orçamento Geral da União - OGU, acessado por meio de editais lançados pelo comitê gestor disponibilizado no site do MMA (MMA, 2019). Isso considerando um cenário anterior a epidemia do coronavírus (COVID -19) e com medidas governamentais no âmbito federal mais favoráveis as questões ambientais.

Outros fundos para projetos são disponibilizados no âmbito nacional e internacional como:

Fundo Amazônia; Programa de Adaptação para o Pequeno Produtor – ASAP; *Acumen*; Fundo Canada para o setor privado nas Américas; *Green Climate Fund* - GCF/ Fundo Verde para o Clima; *Forest Carbon Partnership Facility* -FCPF; *BioCarbon Fund* – BCF; Canadá *Climate Change Program* -CCCP e *Clean Technology Fund* – CTF; *Climate and Development Knowledge Network* – CDKN; *Climate and Land Use Alliance* – CLUA; *Climate Catalyst Fund* – CCF; *Climate Finance Innovation Facility* -CFIF; *Climate Insurance Fund* – CIF; *Climate Investment Funds* – CIFs; *Climate Technology Initiative* (CTI); *Private Financing Advisory Network* (PFAN) – CTIPFAN; *Danish Climate Investment Fund* -KIF; *Deutsche Investitions- und – DEG*; *EIB Climate Change Technical Assistance Facility* – CCTAF; *FMO Entrepreneurial Bank (IDF and AEF)* – FMOEB; *Forest Carbon Partnership Facility* – FCPF; *Forest Investment Program* – FIP; *Fund Solutions for Climate Finance (KfW & Partners)* – FSC; *GEF Small Grants Programme* - GEF SGP; *GEF Trust Fund - Climate Change focal area (GEF 6)*; *Germany's International Climate Initiative* – IKI, *Global Climate Partnership Fund* – GCPF; *Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund* – GEEREF; *Global Facility for Disaster Reduction and Recovery* – GFDRR; *Global Index Insurance Facility* – GIIF, *IDB's Sustainable Energy and Climate Change Initiative* – SECC, *Interact Climate Change Facility* – ICCF; *International Climate Fund (UK)* – ICF, *International Climate Initiative (Germany)* – ICI; *KfW Development & Climate Finance*; *Norway International Climate and Forest Initiative* – NICFI; *Pilot Program for Climate Resilience* – PPCR; *UN Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation Programme* – UNREDD; *UNDP/MDG Carbon Facility* – MDGCF; *UNEP Renewable Energy Enterprise Development* – REED; *UNFCCC Adaptation Fund* – AF; *US Global Climate Change Initiative* – GCCCI; e *World Bank Carbon Funds and Facilities* – WBCFF (MMA, 2019, p. 01 - Quadro).

E empresas da iniciativa privada é uma alternativa interessante para recursos de projeto para PSA, como exemplos, os empreendimentos de energia eólica, da energia solar, de mineração, da energia nuclear, entre outras indústrias e empresas que possa financiar projetos que visam o desenvolvimento socioeconômico e da conservação da biodiversidade por meio do PSA na bacia. As precificações dos projetos PSA podem ser organizados metodologicamente no escopo dos projetos, em distribuições mensais, anuais ou em outra escala temporal. Nesse contexto, o PSA é uma alternativa viável para o desenvolvimento regional ambiental, principalmente para uma exploração mais adequada as características naturais na bacia do rio das Rãs e seu entorno.

Com o intuito de facilitar futuros projetos PSA na bacia, a presente pesquisa realizou um delineamento baseado em manuais operativos e guias sobre a temática. Com isso, um projeto de PSA relacionado aos estoques de carbono inicia-se com uma introdução breve para situar o leitor ou investidor, destacando os atores inseridos na proposta e os principais focos socioeconômicos, ambientais e o contexto regional. Posteriormente, realiza-se a delimitação do escopo do projeto, com a área de atuação geográfica, comunidades selecionadas, área de influência (comunidades indiretas), a escala temporal (início e o fim do projeto) e os “períodos de contabilidade dos serviços ambientais” (o tempo previsto para reavaliar os serviços ambientais) (VOIVODIC, *et al.*, 2009) (Figura 54).

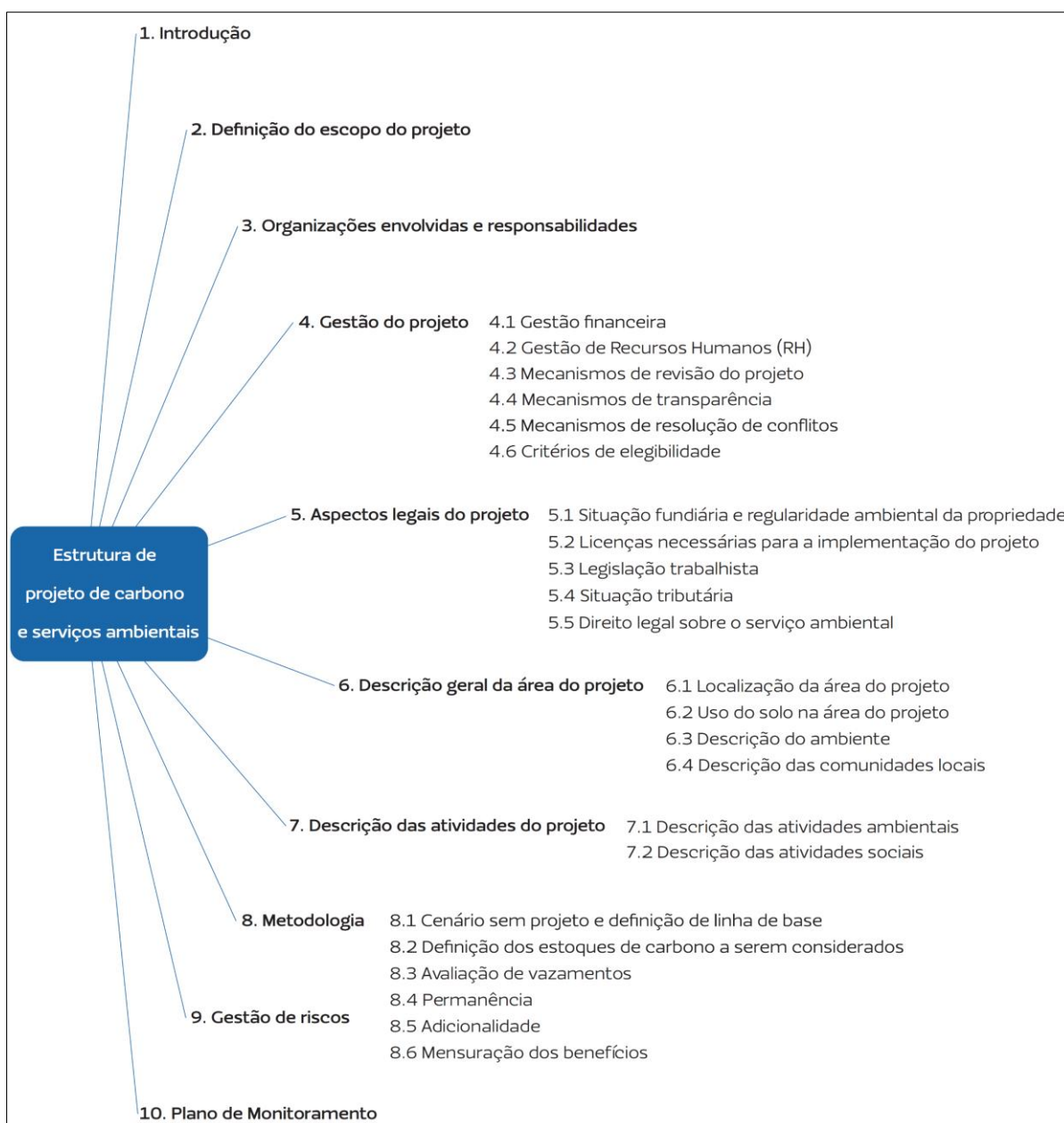
Um outro aspecto refere-se as instituições envolvidas e os deveres, sendo assim, realiza-se a descrição das organizações com suas características jurídicas (ONG, associação, entre outros) e atuações regionais de cada instituição. Ainda nesse tópico, descreve a expertise técnica, dos recursos humanos e as informações cadastrais (VOIVODIC, *et al.*, 2009) (Figura 54).

A gestão do projeto é um tema relevante, pois será definido a administração, em geral, a estrutura modifica de acordo com a complexidade e escala da atuação, porém, verifica-se tópicos comuns, sendo esses: “gestão financeira” (maneiras de financiamentos e investimentos, orçamento operacional, artifícios de venda dos créditos gerados, registros financeiro e contábeis); “gestão de recursos humanos – RH” (contratos, treinamentos, relações interpessoais, entre outros); “mecanismos de revisão do projeto” (melhoria e identificação de fragilidades); “mecanismos de transparência” (oferecer informações aos envolvidos); “mecanismos de resolução de conflitos” (conflitos gerados pelos usos dos recursos naturais); “critérios de elegibilidade” (por exemplo, análise da situação fundiária e dos aspectos ambientais das propriedades) (VOIVODIC, *et al.*, 2009) (Figura 54).

Também, o detalhamento da localização, da fisiografia, biodiversidade, histórico do uso da terra, comunidades, entre outros. A descrição das atividades refere-se a fase de implantação do projeto, que pode ser dividida em “atividades ambientais e atividades sociais”, sendo incluso os objetivos e metas dos envolvidos com cada área do conhecimento. Soma-se a esse contexto, a definição de linhas de base (a constituição de cenários com a implementação do projeto e sem o projeto, vinculado ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL) e os estoques de carbono considerados (Biomassa viva, biomassa morta) (VOIVODIC, *et al.*, 2009) (Figura 54).

A gestão de riscos são atributos relacionados a capacidade de gestão, aspectos financeiros e contábeis, modificações jurídicas, ambientais, entre outros, principalmente pelo fato dos projetos de PSA configurarem-se como de longo prazo, por exemplo 20 anos. O planejamento de monitoramento é importante para avaliação dos erros e melhoria do projeto, sendo constituídos indicadores (sociais e ambientais) e benefícios constituídos em um PSA (VOIVODIC, *et al.*, 2009) (Figura 54). O projeto pode ser dividido, também, em uma fase de estruturação (itens 1,2,3 e 4 da figura 54) e as etapas de implantação e execução (itens 6,7,8,9 e 10 da figura 54)

Figura 54 - Estrutura para projeto de carbono e serviços ambientais



Fonte: Organizado por Voivodic, *et al.*, 2009.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo da humanidade baseado no crescimento econômico constituiu uma promessa de sucesso socioeconômico, porém, o avanço desta mentalidade afastou da harmonia entre a sociedade, a natureza e a economia, agravando uma crise socioambiental. Nesse contexto, a presente pesquisa se debruçou em analisar e oferecer uma outra forma de desenvolvimento possível, pautado numa exploração mais adequada das características naturais na bacia do rio das Rãs.

A metodologia usada no estudo em questão atendeu plenamente aos objetivos e auxiliou a responder as perguntas e o teste das hipóteses da pesquisa. Uma outra contribuição metodologia relaciona-se a desmistificação do uso das geotecnologias, principalmente referentes ao alto custo e a dificuldade de usada na execução dos projetos. Na presente pesquisa foi possível realizar a espacialização de 280 parcelas oriundas de 17 inventários, compreendendo mais de 17 mil indivíduos de variadas espécies do cerrado e caatinga, isso de maneira gratuita. Também, o uso das geotecnologias foi o meio que proporcionou a oferta de 50 mapas e variadas tabelas e gráficos, um recurso utilizado como instrumental, que pode somar aos projetos de PSA na agilidade, organização e representação dos estoques de carbono, biomassa e a cobertura vegetal no espaço geográfico. Mas afinal, em qual medida as ações derivadas das atividades econômicas diminuíram as áreas de cerrado/caatinga e afetaram os serviços ambientais relativos aos estoques de carbonos na bacia? Caso os serviços ambientais referentes aos estoques de carbono fossem valorados, quem seriam os beneficiados?

Nesse contexto, a ação humana impactou de forma negativa a cobertura vegetal na bacia do rio das Rãs e seu entorno, principalmente nos primeiros 14 anos analisados, sendo um momento decisivo para o comprometimento dos serviços ambientais e para afetação da capacidade dos ecossistemas suportarem as pressões antrópicas. Foi durante as décadas de 1970 ao final de 1980 que as ações humanas interferiram de maneira proeminente na natureza, com a contribuição de 92,31 % do valor líquido negativo total da cobertura vegetal em 46 anos analisados, um período da expansão do plantio de algodão na bacia.

E de certa maneira a agricultura regional influenciou na dinâmica de recuperação e supressão da vegetação natural, os estoques de biomassa e carbono na bacia. Além disso, orientou a eficácia e o prejuízo dos serviços prestados pela natureza, coincidentes com os períodos áureos e decadentes de uma agropecuária regional de grandes impactos. Soma-se a essa conjuntura a prática do carvoejamento, que acompanhou o processo histórico de exploração dos recursos naturais, com a atuação dispersa no espaço geográfico, sendo

intensificada conforme as demandas de uma indústria siderúrgica do Sudeste, principalmente para a região metropolitana de Belo Horizonte, obedecendo a exploração mais acentuada em adensamentos de cobertura vegetal.

Uma medida mais equilibrada e viável entre a relação sociedade e natureza seria o PSA, que em 2019, alcançaria uma valoração para mais de 250 milhões de dólares, abrangendo mais de 4 milhões de toneladas de carbono, considerando um cenário favorável para alcançar as metas do Acordo de Paris. Isso poderia estabelecer um cenário de conservação almejando uma cobertura vegetal preservada, ofertas hídricas e insetos polinizadores, aumento de estoques de carbono, além de uma distribuição mais justa da renda, que poderia amenizar a concentração de renda regional. Porém, apresentam-se desafios para os projetos PSA, entre esses, como exemplo, o estímulo do mercado de carbono, que em 2019 alcançou uma desvalorização de 91,33% em relação ao um cenário desejável do acordo de Paris. Essa reparação poderia ser um estímulo monetário para os projetos e o convencimento, inicial, dos produtores rurais aderirem aos projetos conservacionistas.

Para efetuar uma distribuição monetária mais justa, o envolvimento de produtores de minifúndios e pequenas propriedades rurais são as orientações salutares iniciais. Principalmente para não ocorrer uma concentração de renda ou a legitimação e a transmissão dessa herança histórica da exploração dos menos favorecidos e concentração fundiária em regiões semiáridas, como na bacia. Uma saída para um equilíbrio entre a sociedade e a conservação da natureza seria o PSA, principalmente pelo fato de o modelo de degradação dos estoques de carbono e serviços ambientais não acarretou uma distribuição de renda mais justa para melhoria da vida sertaneja na bacia. Além disso, projetos de PSA fortalecem a renda para famílias quilombolas e uma melhor infraestrutura para UC's presentes na bacia, ou até mesmo estimulando a criação de outras áreas protegidas. Principalmente pelos avanços em metodologias e recursos financeiros disponibilizados por plataformas internacionais ou no âmbito nacional.

Como menções, possíveis projetos para submissão na plataforma internacional do REDD +, que poderão operacionalizar aspectos legais no Brasil como a “lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 (institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências)”, Política nacional de Pagamento de Serviços ambientais (2021) e na Bahia a “lei nº 13.223 de 12 de janeiro de 2015 (institui a Política Estadual de PSA's, o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais e dá outras providências)”, e inserir nos planejamentos municipais e dos consórcios a nível municipal o PSA, podem ser arranjos iniciais interessantes. A constituição e consolidação de um comitê da bacia hidrográfica do rio

das Rãs, pode ser uma plataforma para a organização de atores da iniciativa pública, privada e da sociedade comprometidos para uma gestão eficiente dos recursos hídricos e da conservação da biodiversidade. Em relação as empresas da iniciativa privada, os empreendimentos da energia eólica, da energia solar, da energia nuclear, da mineração, entre outras indústrias e empresas que possa contribuir para o financiamento de projetos PSA.

Em geral, a constituição de um cenário favorável para PSA compreende a consolidação de uma legislação, a valorização do mercado de carbono para alcançar as metas do acordo de Paris, o entendimento da sociedade como integrante do meio, entre outros atributos que sejam basilares para a implementação dos projetos PSA, que podem potencializar os serviços ambientais na bacia hidrográfica do rio das Rãs e seu entorno. Para impulsionar a aplicabilidade de medidas jurídicas consolidadas no Brasil e no território baiano, é salutar o entendimento dos chefes de executivos, entre esses o federal, para legitimar estas atuações e aplicabilidade da lei.

A principal recomendação seria o direcionamento para uma perspectiva do entendimento do ser humano como parte integrante do meio, almejando um caminho mais harmônico entre a sociedade-natureza, em um entendimento de uma Geografia socioambiental. As perspectivas conservacionistas, econômicas e uma melhor distribuição de renda regional como arcabouços de uma sociedade mais justa e equilibrada com os aspectos naturais na bacia. Principalmente pelo fato de que a degradação ambiental no histórico da bacia não elevou ou aproximou dos indicadores socioeconômicos a outras regiões desenvolvidas do país, ainda permanece um cenário de desigualdade social e uma herança da degradação da vegetação natural. Isso direciona a repensar outros mecanismos visando uma integração econômica, conservação da biodiversidade e sociedade, como o PSA.

Além disso, a presente pesquisa sugere a outros estudos a compreensão dos estoques de carbono e PSA fora das áreas de reservas legais e de APP, pois essas são extensões com a proteção consolidada na esfera jurídica e mais popularizada no meio técnico-científico e na sociedade. Também, abordagens que compreendam projetos de PSA para a recuperação de áreas degradadas e da vegetação natural, seja na bacia do rio das Rãs e seu entorno ou no semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. Identificação de áreas para o florestamento no espaço total do Brasil. **Estudos Avançados**, Vol 4, n.9, p. 149 -174. 1990. Disponível em < <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/8562>> Acesso em: 02 de jun. 2019.
- AB'SÁBER, A.N., Dossiê Nordeste seco. **Estudos Avançados**. 13 (36), 1999. Disponível em < <https://www.revistas.usp.br/eav/article/download/9474/11043>> Acesso em: 02 de jun. 2019.
- AB'SABER, A.N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, São Paulo, v.3, p.1-19, 1977. Disponível em < <https://bdpi.usp.br/item/001351409>> Acesso em: 03 jun. 2019.
- ACHARYA, R.P; MARASENI,T; COCKFIELD, G. Global trend of forest ecosystem services valuation – An analysis of publications. **Ecosystem Services**, V 39, 2019, 100979. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041618306727?via%3Dihub>> Acesso em: 06 de agos. de 2019.
- ALENCAR, L. Z. U. S.; KAHN, S. A.; LIMA, P. V. P. Percepções dos impactos ambientais da indústria de cerâmica no município de Crato no estado do Ceará, Brasil. **Economía, Sociedad y Territorio**, v. 15, n. 48, p. 397-423, 2015. Disponível em < http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212015000200005>. Acesso em: 15 de abri. de 2020.
- ALMEIDA, F. F. M. de. O CRATON DO SÃO FRANCISCO. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 7, n. 1, p.349-364, jan. 1977. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/viewFile/11179/10638>>. Acesso em: 26 set. 2019.
- ANTONGIOVANNI, M., VENTICINQUE, E.M., MATSUMOTO, M., FONSECA, C.R. Chronic anthropogenic disturbance on Caatinga dry forest fragments. **Journal of Applied Ecology**. 2020. 57, p. 2064–2074. Disponível em <<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/13652664.13686>>. Acesso em: 07 de jul. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão das águas**. Brasília. Agência Nacional das águas/Ministério do Meio Ambiente. 2006. 29p. Disponível em < https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/en/resources.get?id=47&fname=manual_base_ottocodificada.pdf&access=private> . Acesso em: 08 de abri. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO - CIVIL. **Instrução Suplementar - IS IS N° 21-002**

Revisão A. Disponível em <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=47&currTa> > Acesso em: 22 maio de 2019.

ANGELOTTI, F; SIGNOR, D; GIONGO, V. Mudanças do clima no Semiárido Brasileiro: Experiências e Oportunidades para o Desenvolvimento. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 08, número especial IV SMUD, 484-495.2015 Disponível em < <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/download/233622/27212>> . Acesso em: 13 de maio de 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico**, 2019. Disponível em: <<https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>>. Acesso em: 06 Junh. 2020.

AGUIAR, S.L.C. Considerações sobre as convenções internacionais do clima e da biodiversidade e o Brasil. **Em tempo**. Marília, v.8, P. 69-75, set. 2009. Disponível em <<https://revista.univem.edu.br/emtempo/article/view/275/260>>. Acessado em 10 jun de 2019.

AMORIM, F.S; SOUZA, M.P; BORGES, C.H.A; COSTA, M.C; VASCONCELOS, A.D.M. Impactos ambientais gerados no processo de produção de cerâmicas no extremo sul do Piauí. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.13, n.3, p.241-246, Julho-Setembro, 2017. Disponível em < <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/892>>. Acesso em: 15 de abri. de 2020.

AVALIAÇÃO ECOSSISTÊMICA DO MILÊNIO - AM. **Relatório-Síntese da Avaliação Ecosistêmica do Milênio**. Disponível em <<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>> Acesso em: 26 abr. 2019.

ANAYA F.C; ESPÍRITO-SANTO, M.M. Protected areas and territorial exclusion of traditional communities: analyzing the social impacts of environmental compensation strategies. **Ecology and Society**, v. 23, n. 1, p. 1-13, 2018. Disponível em < <https://www.ecologyandsociety.org/vol23/iss1/art8/>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

ARAGÃO, A. A natureza não tem preço... mas devia. O dever de valorar e pagar os serviços dos ecossistemas. **In: Amorim, J.P (Autor)**, Estudos em homenagem a Jorge Miranda, Coimbra Editora, 2012, p. 11 - 41. Disponível em < <https://eg.uc.pt/bitstream/10316/17696/1/A%20natureza%20n%C3%A3o%20tem%20pre%C3%A7o%20Alexandra%20Arag%C3%A3o%2025%20de%20Outubro.pdf>>. Acesso em: 16 de agost. de 2019.

ARAÚJO, S.M.S. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica: Revista Científica da FASETE**, [s.l], v. 5, n. 5, p.89-98, 2011. Disponível em: <http://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/a_regiao_semiarida_do_nordeste_do_brasil.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2017.

ARAÚJO, J.P.G; MORAES, G.I. Revista de Economia Mackenzie, v. 11, n. 3, São Paulo, SP, jul. p. 187-208, 2016. Disponível em: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/14358/2/Utilitarismo_e_Desenvolvimento_Sustentavel_eles_podem_se_encontrar.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO BAIANA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO – ABAPA. **Safra 2019/2020**. Disponível em < http://abapa.com.br/wp-content/uploads/2019/09/4%C2%B0-Levantamento-Safra-2018_19.xlsx> Acesso em: 30 de junho de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO – ABRAPA. **Preço do algodão**. CEPEA/ESALQ. Disponível em:< <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/preco-de-algodao-cepea-esalq.aspx>>. Acesso em: 06 maio 2020.

BAHIA. Secretária do Meio Ambiente – Sema (org.). **Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos – SEIA**. 2020. Disponível em: <<http://sistema.seia.ba.gov.br/lai.xhtml>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

BAHIA. **Lei nº 13.223 de 12 de janeiro de 2015. Institui a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais e dá outras providências**. 2015. Disponível em <<http://aiba.org.br/wp-content/uploads/2014/10/LEI-N-13-233-PSA.pdf>> Acesso em: 30 maio de 2019.

_____. **Mapeamento da Cobertura Vegetal do Estado da Bahia. 2019**. Disponível em < <http://novogeobahia.inema.ba.gov.br/geobahia/#>> Acessado em 03 de julh. De 2019.

BAMIN - BAHIA MINERAÇÃO. **Projeto Pedra de Ferro**. Disponível em < <https://www.bamin.com.br/pagina.php?cod=1>> Acesso em: 10 jun de 2019.

_____. **Inventário Florestal da USINA do Projeto Pedra de Ferro, Caetitê/Pindaí-Bahia Mineração, Bahia**. Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos. 2016. Disponível em < <http://sistema.seia.ba.gov.br/lai.xhtml>>. Acessado em 17 de dezembro de 2019.

BARLOW, J.; FRANÇA, F.; GARDNER, TA.; et al. The future of hyperdiverse tropical ecosystems. **Nature**, v. 559, p.517-526, 26 jun. 2018. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41586-018-0301-1>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global - esboço metodológico. **RA'E GA**, n. 8, p. 141-152, 2004. Disponível em < <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3389/2718>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

BALVANERA, P; URIARTE M; ALMEIDA-LEÑERO, L; ALTESOR, A.; et al.; Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. **Ecosystem Services**, Netherlands, v. 2, n. 2, p.56-70, dez. 2012. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041612000320>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

BLANCO, G.D. **Do paradigma global de modernização ecológica às apropriações locais : o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) no Brasil**. 2013. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Ciências Humanas, Programa de Pós Graduação em Sociologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/78193>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

BIGARELLA, J.J., ANDRADE-LIMA, D.; RIEHS, P.J. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v.47, p.411-464, 1975.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências**. 2009. Disponível em <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=841507&filena me=LegislacaoCitada+->> Acesso em: 02 jun. 2019.

_____. **Decreto no 23.793, de 23 de janeiro de 1934**. 1934. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793.htm>. Acesso em: 05 jun de 2019.

_____. **Constituição da república federativa do brasil de 1988**. Art. 225.1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 05 jun de 2019.

_____. **Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 05 jun de 2019.

_____. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, Código Florestal.** Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 06 de jun de 2019.

_____. **ENREDD+: estratégia nacional para redução das emissões provenientes do desmatamento e da degradação florestal, conservação dos estoques de carbono florestal, manejo sustentável de florestas e aumento de estoques de carbono florestal / Brasil.** Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças do clima e Qualidade Ambiental. Departamento de Políticas de Combate ao Desmatamento. Brasília: MMA, 2016. 48 p. Disponível em <http://redd.mma.gov.br/images/central-de-midia/pdf/artigos/enredd_final_pt_WEB.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2020.

_____. **Lei nº 12.512, de 14 de outubro de 2011.** 2011. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12512.htm>. Acesso em: 09 agost. 2019.

_____. **Comissão Nacional para REDD+.** 2016. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <<http://redd.mma.gov.br/pt/comissao-nacional-para-redd>>. Acesso em: 09 de agost. 2019.

_____. **Entenda como funciona o crédito de carbono.** 2012. Disponível em <<http://legado.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2012/04/entenda-como-funciona-o-mercado-de-credito-de-carbono>>. Acesso em: 12 agost. 2019.

_____. **Protocolo de Quioto.** Ministério do Meio Ambiente. Disponível <<https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto.html>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

_____. Constituição (2009). Lei nº 12144, de 09 de dezembro de 2009. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os arts. 60 e 50 da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências. **Lei Nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009.** Brasília, DF, 09 dez. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12114.htm>. Acesso em: 30 ago. 2019

_____. SECRETARIA DE POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro.** 2005-a. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=0aa2b9b5-aa4d-4b55-a6e1-82faf0762763&groupId=24915>. Acesso em: 03 abr. 2017.

_____. SECRETARIA DE POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Relatório final grupo de trabalho interministerial para redelimitação do semi-árido nordestino e do polígono das secas.** 2005 - b. Disponível em:

<http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB1839.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2017.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Região Semi-Árida Oficial (Nova Delimitação)**. [2017]. p. 24 Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/atlasrh/pdf/regiao_semi_arida.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2017.

_____. **Contribuição nacionalmente determinada para consecução do objetivo da convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima**. 2016. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793.htm>. Acesso em: 05 jun de 2019.

_____. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14119.htm. Acesso em: Jan. de 2021.

_____. **Portaria nº 288, de 2 de julho de 2020. Institui o Programa Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais - Floresta+, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-288-de-2-de-julho-de-2020-264916875?_ga=2.13018039.1800391225.1610981851-857528008.1606503591>. Acesso em: Jan. de 2021.

BRAZIL WIND S.A. **Parque eólico corrupção, avaliação volumétrica**. Inventário Florestal. Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos. 2012 (Agosto). Disponível em <<http://sistema.seia.ba.gov.br/lai.xhtml>>. Acesso em: Mar. 2020.

BRAAT, L.C;GROOT, R. The ecosystem services agenda:bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. **Ecosystem Services**. V.1, n 1, 2012. 4-15. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041612000162#bib10>>. Acessado em: 24 de agost. 2019.

BROWN, S; GILLESPIE, A; GILLESPIE JR; LUGO A.E. Biomass Estimation Methods. **Forest Science**. v.35, n.4, p. 881-902. 1989. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/233643575_Biomass_Estimation_Methods_for_Tropical_Forests_with_Applications_to_Forest_Inventory_Data> Acessado em: 20 de març de 2020.

BOGGIONE, G. A., SILVA, M. V. A., JUNIOR, N. R. C., TELES, T.L & NAZARENO, N. R. X. Definição da escala em imagens de sensoriamento remoto: uma abordagem alternativa.

Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Brasil, Natal. 2009. Disponível em <<http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.18.03.28/doc/1739-1746.pdf>>.

Acesso em: 15 dez. 2020.

BURSZTYN, M. A.; BURSZTYN, M. **Fundamentos de política e gestão ambiental: caminhos para a sustentabilidade.** Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

BUCHIANERI, V.C. **O valor dos serviços ecossistêmicos nas bacias hidrográficas dos rios Itaguapé e Guaratuba, Bertioga, SP. 2017.** 268 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós- Graduação em Geografia Física, Departamento de Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Cap. 4. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-30052018-105644/pt-br.php>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

BURITI, C.O; BARBOSA, H.A; **Um século de secas no semiárido: Por que as políticas hídricas não transformaram o semiárido brasileiro?** São Paulo: Chiado Books, 2018. 429 p.

CADASTRO AMBIENTAL RURAL – CAR. **Total de imóveis.** Disponível em <<http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>>. Acesso em: 10 jun de 2019.

CASTRO, E. A. **Biomass, nutrient pools and response to fire in the Brazilian Cerrado.** 1996. 118f. Tese (Doutorado) – Oregon State University, Corvallis, 1996. Disponível em <https://ir.library.oregonstate.edu/concern/parent/0k225g76r/file_sets/0p096c38v>. Acesso em: 23 de abril. 2020.

CARBON PRICING LEADERSHIP COALITION – CPLC. **Who we are.** 2020. Disponível em: <<https://www.carbonpricingleadership.org/who-we-are>>. Acesso em: 05 maio 2020.

CARMO, H.F;MADARI, B.E; WANDER, A.EL; MOREIRA, F.R.B; GONZAGA, A.C.O;SILVEIRA, P.M; SILVA, A. G; SILVA, J.G; MACHADO, P.L.O.A. Balanço energético e pegada de carbono nos sistemas de produção integrada e convencional de feijão-comum irrigado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.51, n.9, p.1069-1077, 2016. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v51n9/0100-204X-pab-51-09-1069.pdf>>. Acesso em: 19 de agosto. 2019.

CAMPOS, J.N.B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Estudos avançados.** v. 28, n. 82, 2014. Disponível em <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/88919>>. Acesso em: 17 de set. 2019.

CAMPOS, S.A.C.; FERREIRA, M.D.P ; COELHO, A.B ; LIMA, J.E . Degradação ambiental agropecuária no bioma caatinga. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 46, p. 155-170, 2015.

Disponível em < <https://bnb.gov.br/documents/80223/1095809/9.pdf/b61c1392-67ec-4085-9eec-18c8c24c2167>>. Acesso em: 13 de abr. 2021.

CARVALHO, J.L.N. AVANZI, J.C; SILVA, M.L.N; MELLO, C.R; CERRI, C.E.P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.277-289, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832010000200001>.

Acesso em: 5 mar. 2012. doi:10.1590/S0100-06832010000200001. Acesso em: 30 mai. 2019.

CARVALHO, E.B. O código florestal brasileiro de 1934: a legislação florestal nas disputas pelo território, um estudo de caso. **Anos 90**, Porto Alegre, v. 23, n. 43, 2016. Disponível em < <https://seer.ufrgs.br/anos90/article/view/47974>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

CAVALCANTI, L C S. **Cartografia das paisagens: Fundamentos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 95 p.

CEPTA, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental. **Quem somos**. Disponível em < <http://www.icmbio.gov.br/cepta/pesquisa.html>>. Acesso: 17 de out. 2019.

CHARNEY, J. G.; QUIRK, W.J.; CHOW, S.H.; KORNFIELD, J.A. A comparative study of the effects of albedo change on drought in semi-arid regions. **Journal of Atmospheric Sciences**, v.34, n.9, p.1366-1385, 1977. Disponível em < <https://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0469%281977%29034%3C1366%3AACOTE%3E2.0.CO%3B2>> Acesso em: 13 de abri. 2020.

CLARK LABS. **TerrSet - Land Change Modeler – LCM. 2013**. Disponível em < <https://clarklabs.org/terrset/land-change-modeler/>> Acesso em: 24 de maç. 2020.

CLEMENTE, C.M.S; PEREIRA, D.M.; LEAL, T.L.M.C.; REIS, M. F. T. Análise espacial da precipitação pluviométrica na microbacia do Rio Carnaíba de Dentro e seu entorno no semiárido baiano entre 2009 a 2014. **Caderno de Geografia**. v.27, n.49, 2017. Disponível em <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2017v27n49p353/11324>> Acesso em: 14 de out. 2019.

CLEMENTE, C. M. S.; SANTO, M. M. E. ; LEITE, M. E. . Estimates of deforestation avoided by protected areas: a case study in Brazilian tropical dry forests and Cerrado. **Landscape Research**, v.45, n.4, p.470-483, 2020. Disponível em < <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01426397.2020.1730773?journalCode=clar20>> Acesso: 06 de abri. de 2020.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA - CODEVASF. **Adutora do Algodão entra em operação e termina racionamento de água em Guanambi.** 2018. Disponível em: <<https://www.codevasf.gov.br/noticias/2007/adutora-do-algodao-entra-em-operacao-e-termina-acionamento-de-agua-em-guanambi>>. Acesso em: 12 dezembro de 2020.

COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. **Rede de manejo florestal da Caatinga: protocolo de medições de parcelas permanentes/Comitê Técnico Científico.** Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. p.21. Disponível em <https://www.academia.edu/7891824/Protocolo_de_Medi%C3%A7%C3%B5es_da_Rede_de_Manejo_Florestal_da_Caatinga>. Acesso em: 9 junho de 2019.

CORDEIRO, A.M.N. **Morfoestrutura e morfopedologia da serra do quincuncá e entorno, Ceará, BRASIL.** 2017. 252 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia Doutorado Acadêmico em Geografia, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em <http://www.uece.br/mag/dmdocuments/abner_monteiro_nunes_cordeiro.pdf> Acesso em: 26 de set. 2019.

COSTANZA, R., ARGE R., GROOT, R; FARBERK, S; GRASSO, M; HANNON, B, LIMBURG, K; NAEEM, S; NEILL, R.V. O, PARUELO, J; RASKIN, R; SUTTONKK, P. & BELT, M.V.D . The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997. Disponível em <<https://www.nature.com/articles/387253a0>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

COSTA, K.M. **O estoque de carbono na vegetação e no solo de fragmentos florestais em paisagens tropicais fragmentadas.** 2015. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia, Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Cap. 1. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-14012016-150942/publico/Karine_Costa_CORRIG.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

COSTANZA, R. COSTANZA (Ed.). **Ecological Economics: Science and Sustainability Management.** Columbia University Press, Nova York, 1991. Disponível em <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=LKSrAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq=Ecological+Economics:+the+Science+and+Management+of+Sustainability&ots=UYHpmwJwgX&sig=HQHPTsUbnORChKm35fZZ2SH3phc&redir_esc=y#v=onepage&q=Ecological%20Economics%3A%20the%20Science%20and%20Management%20of%20Sustainability&f=false> Acesso em: 14 de ag. 2019.

COSTA, M.R. **O estado e a SUDENE: trajetória do planejamento regional no Brasil**. 2016. 216 f. Tese (Doutorado) - Curso de Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 216. Cap. 6. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/322687/1/Costa_MileneRibasDa_D.pdf>. Acesso em: 18 set. 2019.

CORRÊA, R.L. **Região e Organização Espacial**. São Paulo: Editora Ática, 2003. 93 p. (Princípios).

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. **Glossário geológico ilustrado**. Disponível em <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/index.html>>. Acesso: 17 de outubro de 2019.

_____. **Litologia regional – Bahia**. Disponível em <<http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>>.2003. Acesso em: jun. 2020.

_____. **Geodiversidade – Bahia**. Disponível em <<http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>>.2008. Acesso em: jun. 2020.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 124 p., 2001. Disponível em <<http://sap.ccst.inpe.br/artigos/CrepaneEtAl.pdf>>. Acesso em: jun. 2020.

CUI, F., TANG, H., ZHANG, Q., WANG, B., DAI, L. Integrating ecosystem services supply and demand into optimized management at different scales: A case study in Hulunbuir, China. **Ecosystem Services**, 39, 100984. 2019. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041618303188>> Acesso em: 29 de abr. 2020.

CUNHA, A.P.M.A; ALVALÁ, R.C.S. OLIVEIRA, G.S. Impactos das mudanças de cobertura vegetal nos processos de superfície na região semiárida do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.2, 139 - 152, 2013. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v28n2/v28n2a03.pdf>> Acessado em 13 de abri. de 2020.

D’ALGE, J. C. L. **Qualidade Geométrica de Imagens TM do Landsat–5**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, Divisão de Processamento Digital de Imagens – DPI. Congresso Brasileiro de Cartografia, 13,1-12.1987.

DE GROOT, R. S. et al. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**, v. 7, n. 3, p. 260-272, 2010. Disponível em <

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1476945X09000968>> Acesso em: 15 dez. 2020.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: NUPAUB-USP, 1994.

DUPIN, M.G.V; ESPÍRITO-SANTO, M.M ; LEITE, M.E; SILVA, J.O ; ROCHA, A. M ; BARBOSA, R.S ; ANAYA, F.C . Land use policies and deforestation in Brazilian tropical dry forests between 2000 and 2015. **Environmental Research Letters**, v. 13, p. 035008, 2018. Disponível em < <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aaadea/meta>>. Acesso em: 08 de abr. de 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA - EMBRAPA. **O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2, 1-359, 2009.

_____. **Levantamento Exploratório – Reconhecimento de solos da Margens direita e esquerda do Rio São Francisco Estado da Bahia**. Embrapa Solos – UEP Recife. Recife, 1973. Disponível em: <http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Amapa_margem_direita_lat_long_wgs84>. Acesso em: 06 jan. 2018.

EÓLICA PINDAÍ. COMPLEXO EÓLICO PINDAÍ: **Retificação de Inventário Florestal e Estudo Ambiental**. Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos. 2019. Disponível em < <http://sistema.seia.ba.gov.br/lai.xhtml>> Acesso em: Dez. 2019.

FALKOWSKI, P.; SCHOLLES, R. J.; BOYLE, CANADELL, E.; J.; et al., The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System. **Science**, vl. 290, n 13, 2000. Disponível em < https://www.researchgate.net/publication/30509975_Global_carbon_cycle_A_test_of_our_knowledge_of_the_earth>. Acessado em 10 jun de 2019.

FERNANDES, J. C. **Comportamento de cultivares de algodoeiro submetidos aos preparos de solo com grade pesada e com escarificador e avaliação de leguminosas e gramíneas visando à integração lavoura-pecuária no Vale do Iuiu, Região Sudoeste da Bahia**. 2004. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2004. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufrb.edu.br/bitstream/123456789/611/1/JAIRO%20COSTA%20FERNANDES.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2019.

FERREIRA, V.F. O futuro que queremos. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. v.23 n.5 São Paulo. 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-50532012000500001&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acessado em 17 de maio de 2019.

FEARNSIDE, P.M. Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia de desenvolvimento no Estado do Amazonas. **Inclusão social (Online)**, v. 12, p. 141-151, 2018. Disponível em < <http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/4400>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FEARNSIDE, P.M. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. **Ecological Economics**. 20, 53–70. 1997. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800996000663>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

_____. O presidente Bolsonaro retirará o Brasil do Acordo de Paris? **Mongabay**, 2019 [documento www]. Disponível em <URL <https://news.mongabay.co/01/commentary-will-president-bolsonaro-draw-brazil-from-the-paris-agreement/>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

_____. Amazon forest maintenance as a source of environmental services. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 80, n. 1, p. 101-114, 2008. Disponível em < https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652008000100006&lang=en#:~:text=Amazonian%20forest%20produces%20environmental%20services,obtained%20by%20destroying%20the%20forest> Acesso em: 15 dez. 2020.

FERRANTE, L; FEARNISIDE, P M. Brazil's new president and 'ruralists' threaten Amazonia's environment, traditional peoples and the global climate. **Environmental Conservation**. 2019. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/environmental-conservation/article/brazils-new-president-and-ruralists-threaten-amazonias-environment-traditional-peoples-and-the-global-climate/F5C1E42BF9F6E6BDDDB957B87601FC4F7>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

FERREIRA, P. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros (Municípios do Estado da Bahia - v.21;v.22)**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Vol. 21. Rio de Janeiro, 1958. Disponível em < <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=227295>>. Acesso em: 19 set. 2019.

FONSECA, D. S. R. ; CLEMENTE, C. M. S. ; PASSOS ; CARDOSO, T. R. ; MELO, W. J. ; FRANCA, M. A. Estatística experimental aplicada na avaliação da eficiência de métodos baseados em classificação supervisionada de imagens. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 66, p.537-544, maio 2014. Disponível em < <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44760/23772>> Acesso em: 15 dez. 2020.

FONSECA, M.A. **Fragmentação, conservação e restauração da Caatinga**. 2017. 102 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ecologia, Centro de Biociências,

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/24678/1/Fragmenta%C3%A7%C3%A3oConserva%C3%A7%C3%A3oRestaura%C3%A7%C3%A3o_Fonseca_2017.pdf>.

Acesso em: 22 abr. 2020.

FONSÊCA, D.N., SILVA A.C., BARROS, A.C.M., SILVA, J.C.B., SILVA, O.G., Mapeamento morfodinâmico como suporte à análise de processos de degradação em áreas do município de Cabrobó – Pernambuco. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral/CE, v. 19, n. 2, p. 92-107, Dez. 2017. Disponível em <<https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/346>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FOLETO, E.M; LEITE, M.B. Perspectivas do pagamento por serviços ambientais e exemplos de caso no Brasil. **Rea – Revista de Estudos Ambientais (online)**, Santa Maria - Rs, v. 1, n. 13, p.6-17, jan. 2011. Disponível em: <<https://bu.furb.br/ojs/index.php/rea/article/viewFile/1537/1570>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

FOREST TRENDS. **Mapping Ecosystem Markets**. Disponível em <<https://www.forest-trends.org/about-our-project-data/>> Acesso em: 15 de ago. 2019.

FOREST TRENDS, GRUPO KATOOMBA, UNEP, **Pagamentos por serviços ambientais: um manual sobre como iniciar**. UNON Publishing Services Section, Nairobi, Kenya, 2008. Disponível em <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/Getting%20Started_Portuguese.pdf>. Acesso em: 11 de mai. 2020.

FORTE, A.Y. **Efetividade das áreas protegidas para a conservação da natureza sob a abordagem dos serviços ecossistêmicos na bacia do rio Corumbataí**. 2015. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Recursos Florestais (conservação de Ecossistemas Florestais), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2015. Cap. 3. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-10052016-175624/publico/Yuri_Arten_Forte.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2020.

FURTADO, C. **O Nordeste e a saga da Sudene (1958-64)**. Rio de Janeiro: Centro Celso Furtado / Arquivos Celso Furtado 3, Editora Contraponto, texto original de 1959, 1ª edição, 2009. 283 p.

GAUDEL, G., HUI, Z.W., HUNG, D.Q., HIEN, E.L.T. The Global Terrestrial Carbon Stocks, Status of Carbon in Forest and Shrub Land of Nepal, and Relationship between Carbon Stock and Diversity. **International Journal of Research - IJR**. V.3, n.1, 2016. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/331087301_The_Global_Terrestrial_Carbon_Stocks_Status_of_Carbon_in_Forest_and_Shrub_Land_of_Nepal_and_Relationship_between_Carbon_Stock_and_Diversity> Acesso em: 07 de ago. 2019.

GHEYI, C.O.G; VITAL, P.S. P. (Org.). **Recursos hídricos e regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande, PB: INSA, 2011, p. 383-416. Disponível em: <http://plutao.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/plutao/2011/09.22.18.52.30/doc/Marengo_Variabilidade.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2020.

GIONGO, V. Carbono no Semiárido brasileiro. In: LEITE, L.F.C; MACIEL, G.A; Araújo, A.S.F. **Agricultura Conservacionista no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 2. p. 288-307. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/862154/carbono-no-semiarido-brasileiro>>. Acesso em: 28 abr. 2020.

GONÇALVES, J.S; RAMOS, S.F; Da origem à hegemonia e crise do algodão meridional brasileiro no século XX. **Informações Econômicas**, v.38, n.2, p. 25-41, fev. 2008. Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/tec3-0208.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2019.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E. RUDOLF, G, P L. LOMAS; CARLOS. M. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. **Ecological Economics**. 69, no. 6,1209-1218, 2010. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092180090900456X>> Acesso em: 15 dez. 2020.

GOMES NETO, O. C. **Diretrizes para elaboração de propostas de projetos (Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos)**. Segala. – Rio de Janeiro: IBAM, 2007. Disponível em <https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/publicacao/125_publicacao12032009024100.pdf>. Acesso em: 12 de ago. 2019.

GONGALTON, R. G. A. Review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v. 49, n. 12, p. 1671-1678, 1991. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/003442579190048B>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

Groot, R; Brander, L; Ploeg, S.V. der ; Costanza, R. et al., Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. **Ecosystem Services**. v ,1, n. 1, p. 50-61, 2012. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041612000101#fn5>>. Acessado em 06 de ago. 2019.

GUERRA, R. Avaliação de condições prévias para a implementação da iniciativa Pagamento por Serviços Ambientais em Cotriguaçu (Mato Grosso, Brasil). **Ecosystem Services**, 21, 31–38. 2016. Disponível em <

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041616301747?via%3Dihub>>.

Acesso em: 11 de mai. 2020.

HAMRICK, K. **Fertile Ground: State of Forest Carbon Finance 2017**. Forest Trends' Ecosystem Marketplace. Washington. 2017. Disponível em <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2018/01/doc_5715.pdf>. Acesso em: 09 de jun. 2019.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000. Disponível em <<https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/284/o/v12n1p54.pdf>> Acesso em: 23 de abr. 2020.

HETTNER, A. **Die Methode und das System der Geographie** (originalmente publicado em 1895), in Probleme der Allgemeinen Geographie; herausgegeben von Ernest Winkler, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1975. (traduzido por Oswaldo Bueno Amorim Filho). PUC-MG. Programa de pós-graduação em Geografia - Tratamento da informação espacial. Disciplina Evolução da História do Pensamento Geográfico, 2017.

HISE, C R V. John Muir. **Science**, Washington Dc, v. 45, n. 1153, p.103-109, 02 feve. 1917. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org/content/45/1153/103>>. Acesso em: 05 de novembro de 2018.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – INEMA. Novo GeoBahia – Vegetação. 2019. Disponível em < <http://novogeobahia.inema.ba.gov.br/geobahia/> >. Acesso: 11 de set. 2019.

Unidades de Conservação estaduais (BA). Disponível em < <http://novogeobahia.inema.ba.gov.br/geobahia/> >. Acesso: 11 de set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - IBGE. **Biomás Brasileiros**. 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 03 de jun. 2019.

Biomás Brasileiros (1:250.000). 2019. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomass.html?=&t=acesso-ao-produto>>. Acesso em: 26 de març. 2020.

Limites municipais, 2015. 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home>>. Acesso em: 16 de set. 2019.

Censo da população do Brasil. 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home>>. Acessado em

BDIA - Banco de Dados de Informações Ambientais. 2019. Disponível em: < <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>>. Acesso em: 16 de set. 2019.

BDIA - Produto Interno Bruto dos Municípios. 2016. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html>>. Acesso em: 16 de set. 2019.

Dados agrícolas municipais – 1974 a 2018. Disponível em < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas> > acesso em: 01 de abr. 2020.

Censo Agropecuário. 2017. Disponível em: < <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017.html>>. Acesso em: 04 de mai. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990 Versão revista e ampliada.** Brasília: INMET. 2009. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 11 de set. 2019.

INCRA. **Imóveis rurais.** Disponível em < http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py>. Acessado em 10 jun de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Coordenação geral de observação da terra. programa de monitoramento da Amazônia e demais biomas. Avisos – Bioma Caatinga.** 2016. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>. Acesso em: 29 mar. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Coordenação geral de observação da terra. programa de monitoramento da Amazônia e demais biomas. Avisos – Bioma Caatinga.** 2020. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>. Acesso em: 29 mar. 2021.

INSA - INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. **Censo demográfico para o Semiárido.** Disponível em < http://sigsab.insa.gov.br/static/themes/v1/lib/elfinder/Arquivos/Publica%20a7%20b5es/Popula%20a7%20a3o%20do%20Semi%20a1rido%20Estimada%20para%202014_S%203%20adntese.pdf >. Acessado em Acesso em: 04 set. 2019.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Global Warming of 1.5 °C**. [2019]. Disponível em <<https://www.ipcc.ch/sr15/>> Acessado em 19 març. 2019.

INVESTING. **Crédito Carbono - Futuros**. Disponível em <<https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions-streaming-chart>>. Acesso em: 12 de ago. de 2019.

_____. **Climate Change 2007**. Disponível em <<https://www.ipcc.ch/2007/>>. Acesso em: 16 de set. 2019.

ISACHENKO, G.A.; REZNIKOV, A.I. **Landscape dynamics of northwest Taiga of European Russia**. São Petersburgo: Universidade Estatal de São Petersburgo. 1996.

JARAMILLO, V J. El ciclo global del carbono. In: MARTÍNEZ, Julia; FERNÁNDEZ, Adrián. **Cambio climático: una visión desde México**. Coyoacán: Instituto Nacional de Ecología. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2004. Cap. 6. p. 77-87. Disponível em:

<<https://ens9004-mza.infed.edu.ar/sitio/upload/3-%20MARTINEZ%20&%20FERNANDEZ%20-%20LIBRO%20-%20Cambio%20Clim%20E1tico%20-%20Una%20visi%20F3n%20desde%20M%20E9xico.pdf#page=75>>. Acesso em: 24 mai. 2019.

JASAW, G.S.; SAITO, O.; GASPARATOS, A.; SHOYAMA, K.; BOAFO.; Y.A; TAKEUCHI, K. Ecosystem services trade-offs from high fuelwood use for traditional shea butter processing in semi-arid Ghana. **Ecosystem Services**. v.27, Part A, 127-138 p, 2017. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041617305855>>. Acesso em: 24 mai. 2019.

JESUS, R.S. Maria da Glória Gohan - movimentos sociais e redes de mobilizações civis no brasil contemporâneo. **Grau Zero — Revista de Crítica Cultural**, v. 7, n. 1, 2019. Disponível em: < <https://www.revistas.uneb.br/index.php/grauzero/article/view/7350>>. Acesso em: 30 Mar. 2021.

KIILL, L.H.P ; CORREIA, R. C. . A região semi-árida brasileira. In: Lúcia Helena Piedade KIILL; Eduardo Assis Menezes. (Org.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi-árido brasileiro**. 1ªed.Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, v. 1, p. 17-35. Disponível em < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/916891/1/01Aregiaosemiariabrasileira.pdf18122011.pdf>> Acesso em: 08 de jun. 2020.

LANDIS, J.; KOCH, G. G. The measurements of agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.3, p.159-179, 1977. Disponível em < <https://www.jstor.org/stable/2529310?seq=1>> Acesso em: 15 dez. 2020.

LEE, E., AND MAHANTY, S. Payments for Environmental Services and Poverty Reduction: Risks and Opportunities. **Bangkok: RECOFTC.** 2009. Disponível em < <https://archive.recoftc.org/basic-page/conflict-bibliography-social-context>>. Acesso em: 12 de mai. 2020.

LEITE, J.C. Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 643-77, 2015. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ss/v13n3/2316-8994-ss-13-03-00643.pdf>>. Acesso em: 11 de mai. 2019

LIMA, R.C.C; CAVALCANTE, A.M.B; MARIN, A.M.P. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro.** Editores, Ricardo da Cunha Correia Lima, Arnóbio de Mendonça Barreto Cavalcante, Aldrin Martin Perez-Marin.- Campina Grande: INSA-PB, 2011. 209p. Disponível em <<https://portal.insa.gov.br/images/acervo-livros/Desertifica%C3%A7%C3%A3o%20e%20Mudan%C3%A7as%20Clim%C3%A1ticas%20no%20Semi%C3%A1rido%20Brasileiro.pdf>>. Acesso em: 30 de mar. 2021

MARTINELLI, L.A; MOREIRA, M.Z; BROWN, I.F; VICTORIA, R.L. Incertezas associadas às estimativas de biomassa em florestas tropicais. **seminário emissão x seqüestro de co2 – uma nova oportunidade de negócios para o brasil**, Rio De Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: 1994, p. 197-221.

MARENGO, J. A. ; CUNHA, A. P. M. A. ; ALVES, L. M. . A Seca de 2012-15 no Semiárido do Nordeste do Brasil no Contexto Histórico. **Revista Climanálise**, v. 04, p. 49-54-54, 2016. Disponível em < <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/30anos/marengoetal.pdf> > Acesso em: 15 dez. 2020.

MARENGO, J.A. **Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2008. Disponível em < http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/329> Acesso em: 15 dez. 2020.

MARTINS, E.S.F. **Avaliação de Exatidão Cartografica de Dados SRTM e atualização das Cartas Plani-Altímetrica Sabinopolis – NE do Pará.** Mestrado (Dissertação). Universidade Federal do Pará, Brasil, Pará. 2010.

MARENGO J. A.; ALVES, LINCOLN M ; BESERRA, E. ; LACERDA, F. . Variabilidade e mudanças do clima no semiárido brasileiro. **In: Salomão de Sousa Medeiros, Hans Raj Gheyi, Carlos de Oliveira Galvão, Vital Pedro da Silva Paz.** (Org.). Recursos Hídricos e, Regiões Áridas e Semi Áridas. Campina Grande, PB: INSA, 2011, v. , p. 383-416. Disponível

em

<

http://plutao.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/plutao/2011/06.11.02.16/doc/Marengo_Variabilidade.pdf?languagebutton=en#:~:text=Aumentos%20de%20temperatura%20associados%20%C3%A0,clim%C3%A1ticas%20no%20semi%C3%A1rido%20brasileiro%20da> Acesso em: 15 dez. 2020.

MARENGO, J.A.; CUNHA, A.P.M. A. ; NOBRE, C.A. et al., . Assessing drought in the drylands of northeast Brazil under regional warming exceeding 4 °C. **Natural Hazards**, v. 102, p. 1-26, 2020. Disponível em < <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-020-04097-3>>. Acesso em: 27 de nov. 2020.

MATSUMOTO, P. S. S; CATÃO, R. DE C; GUIMARÃES, R. B. Mentiras com mapas da geografia da saúde: métodos de classificação e o caso da base de dados de LVA do SINAN e do CVE. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Minas Gerais, v. 13, n. 26, p. 211-225, Dez. 2017. Disponível em < <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/39737/21370>>. Acesso em: 17 de abr. 2020.

MEDEIROS, R., YOUNG, C. E. F., PAVESE, H. B., ARAÚJO, F. F. S., PEREIRA G.S; et al., Unidades de conservação e desenvolvimento: a contribuição do SNUC para economia nacional; **In: Medeiros. R & Araújo, F. F. S.(Org.)**. Dez anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 57-88. 2011.

MENDES, K. R.; CAMPOS, S ; DA SILVA, L. L. ; MUTTI, P.R. ; FERREIRA, R. R. ; MEDEIROS, S.S. ; et al., . Seasonal variation in net ecosystem CO₂ exchange of a Brazilian seasonally dry tropical forest. **Scientific Reports**, v. 10, p. 9454, 2020. Disponível em < <https://www.nature.com/articles/s41598-020-66415-w#citeas>> Acesso em: 19 de jun. 2020.

MENEZES, R.S.C; SALES, A.T; PRIMO, D.C; ALBUQUERQUE, E.R.G.M.; JESUS, K.N; PAREYN, F.G.C; SANTANA, M.S; SANTOS, U.J; MARTINS, J.C.R; ALTHOFF, T. D; NASCIMENTO, D.M; GOUVEIA, R.F; FERNANDES, M.M; LOUREIRO, D. C; ARAÚJO FILHO, J.C; GIONGO, V; DUDA, G.P; ALVES, B.J.R; IVO, W.M.P. M; ANDRADE, E.M; PINTO, A.S; SAMPAIO, E.V.S.B. Soil and vegetation carbon stocks after land-use changes in a seasonally dry tropical forest. **GEODERMA**, v. 390, p. 114943, 2021. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016706121000173>> Acesso em: 16 de abr. 2021.

METZGER, J.P. O Código Florestal tem base científica? **Conservação e Natureza**, V.8, n.1, p.92-99, 2010. Disponível em <<http://www.mpsp.mp.br/portal/pls/portal/docs/1/2267638.PDF>> Acesso em: 05 de jun. 2019.

MENDONÇA, F. A.. Geografia Socioambiental. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n.16, p. 113-132, 2001. Disponível em <<https://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/352/334>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

MENGUE, V. P.; SILVA, T. S. ; FONTANA, DENISE CYBIS ; SCOTTA, F. C. . Detecção de mudanças espaciais relacionadas à expansão da fronteira agrícola no Bioma Pampa. RBC. **Revista Brasileira de Cartografia (ONLINE)**, v. 70, p. 40-70, 2018. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/45189>> Acesso em: 12 de dez. 2020.

MILES, L., NEWTON, A.C., DE FRIES, R.S., RAVILIOUS, C., MAY, I., BLYTH, S., KAPOS, V., GORDON, J.E. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**. v.33, n.3, 491-505. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>>. Acesso: 18 de out. 2019

MINISTÉRIO DO INTERIOR. **Relatório da Delegação Brasileira à Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente – Volume I**. Estocolmo, 72 – Volume I. Brasília, 1972. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2013/12/estocolmo_72_Volume_I.pdf> Acesso em: 11 de mai. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Conferência das Partes**. 2019-a. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/conferencia-das-partes.htm>>. Acesso em: 14 de mai. 2019.

_____. **Acordo de Paris**. 2019-b Disponível em <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>> Acessado em 04 de julho de 2019.

_____. **Fontes de Financiamento Climático**. 2019. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/images/arquivos/apoio_a_projetos/fontes_de_financiamento/Fontes-de-Financiamento-Climatico.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2019.

MIR, A.H.; CHAUDHURY, G.; BARBHUYAN, H.S.A.; SARMA, K.; UPADHAYA, K. Impact of disturbance on community structure, biomass and carbon stock in montane evergreen forests of Meghalaya, northeast India. **Carbon Management**, v.12, 2021. Disponível em <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17583004.2021.1899752>>. Acesso em: 16 de abr. 2021.

MIRANDA, J. E.; RODRIGUES, S. M. M. . História do bicudo no Brasil. In: BELOT, J.L.. (Org.). **O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: Biologia e medidas de controle**. 1º Ed. Cuiabá: Instituto Mato-grossense do Algodão, v. 2, p. 11-45, 2015.

MOREIRA, A.A.M. **Desafios à conservação na Bacia do Paraopeba-MG: identificando valores**. 2015. 287 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Cap. 4. Disponível em <http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/TratInfEspacial_MoreiraAA_1.pdf?_ga=2.246263428.1686964904.1608047473-1312502632.1606238828>. Acesso em: 15 de dez. 2020.

MOREIRA, H.M; Giometti, A.B.R. O Protocolo de Quioto e às Possibilidades de Inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de Projetos em Energia Limpa. **Contexto Internacional**. Rio de Janeiro, v. 30, n.1, p. 9-47, janeiro/abril 2008. Disponível em <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-85292008000100001&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em 15 dez. 2020.

MOTA, F. C. M. (2013). **Análise da cadeia produtiva do carvão vegetal oriundo de *Eucalyptus* sp. no Brasil**. Dissertação de mestrado em Ciências Florestais. Publicação PPGEFL.DM – 201/2013. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília – UnB, Brasília/DF. 2013. 169p. Disponível em <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13240/1/2013_FabriciaConceicaoMenezMota.pdf> Acesso em: 11 de mai. 2020.

MOUCHET, M. A., LAMARQUE, P., MARTÍN-LÓPEZ, B., CROUZAT, E., GOS, P., BYCZEK, C., & LAVOREL, S. An interdisciplinary methodological guide for quantifying associations between ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 28, p.298–308, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378014001393>>. Acesso em: 30 de junho de 2020.

MOURA, M.S.B. **Precipitação e evaporação**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3p02wx5ok0wtedt3nd3c63l.html>. Acesso em: 04 abr. 2017.

MOURA, A.C.M. Reflexões Metodológicas como Subsídio para Estudos Ambientais Baseados em Análise de Multicritérios. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil. Abril de 2007. P.2899-2906. Disponível em <

<http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2006/11.13.14.41/doc/2899-2906.pdf>>

Acesso em: 06 de jun. 2020.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. Landsat Science. 2013. Disponível em < <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-bands/>> Acessado em: 02 de set. 2019.

NASCIMENTO, A.C.B.L.; CAETANO, M.R.; CLEMENTE, C.M.S.; PIMENTEL, A.B.G.; SOUZA, G.C.; PERES, W.A.M.; GARCIA, I.C.B. Mapeamento das poças temporárias no Sudoeste do semiárido baiano: bacia hidrográfica do rio das Rãs. In: 71ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 71., 2019, Campo Grande. **71ª Reunião Anual da SBPC**. Campo Grande: Sbpcc, 2019. v. 4, p. 1 - 4. Disponível em: <<http://observatorio.faculdadeguanambi.edu.br/wp-content/uploads/2019/08/Mapeamento-das-Po%C3%A7as-Tempor%C3%A1rias-12-03-Final.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2019.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p. Disponível em < <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81099.pdf>> Acesso em: 18 de maio 2020.

NOGUEIRA, F.R.B, SIMÕES S.V.D. Uma abordagem sistêmica para a agropecuária e a dinâmica evolutiva dos sistemas de produção no nordeste semiárido. **Revista Caatinga** v.22, n.2, p.1-6, 2009. Disponível em < <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/187>> Acesso em: 15 dez. 2020.

NOGUEIRA, E.M. **Densidade de madeira e alometria de árvores em florestas do 'arco do desmatamento': Implicações para biomassa e emissão de carbono a partir de mudanças de uso da terra na Amazônia brasileira**. 2008. 133 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais - Cft, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, 2008. Cap. 4. Disponível em < <https://bdtd.inpa.gov.br/handle/tede/1190>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

NOVAES, W. Eco-92: avanços e interrogações. **Estudos Avançados**, Vol 6, n.15, pg 79-93. 1992. Disponível em < https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141992000200005>. Acesso em: dez. 2020

OLA, O; MENAPACE, L; BENJAMIN, E; LANG, H. Determinants of the environmental conservation and poverty alleviation objectives of Payments for Ecosystem Services (PES) programs, **Ecosystem Services**, Elsevier, v. 35, p. 52-66, 2019. Disponível < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041617307490>>. Acessado em 12 de maio de 2020.

OLIVEIRA, L. D. OS “Limites do crescimento” 40 anos depois: Das “Profecias do Apocalipse Ambiental” ao “Futuro Comum Ecologicamente Sustentável”. **Revista Continentes (UFRRJ)**, ano 1, n. 1, 2012. Disponível em <<http://www.revistacontinentes.com.br/continentes/index.php/continentes/article/view/8#:~:text=Quarenta%20anos%20ap%C3%B3s%20a%20sua,e%20legado%20de%20suas%20proposi%C3%A7%C3%B5es>>. Acesso em: Dez. 2020.

OLIVEIRA - FILHO, A. T.; JARENKOV, J. A.; RODAL, M. J. N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution pattern. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. **Neotropical savannas and seasonally dry forests**. Boca Raton (EUA): CRC Press, p. 159-190, 2006. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/313646929_Floristic_Relationships_of_Seasonally_Dry_Forests_of_Eastern_South_America_Based_on_Tree_Species_Distribution_Patterns>. Acesso em: dez. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **A ONU e o meio ambiente**. 2019. Disponível <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 03 de maio 2019.

_____. **Declaração da Conferência de ONU no Ambiente Humano**. 1972. Disponível <http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/estocolmo.doc>. Acesso em: 08 de mai. 2019.

_____. **Década das Nações Unidas para a Restauração**. 2021. Disponível <<https://www.decadeonrestoration.org/>>. Acesso em: 14 de abri. 2021.

RAHMAN, A.F.; GAMON, J.A.; FUENTES, D.A.; ROBERTS, D.; PRENTISS, D.; QIU, H. Modeling CO2 flux of boreal forests using narrow-band indices from AVIRIS imagery. In: **AVIRIS Workshop, NASA. Proceedings**. p.1-8, 2000. Disponível em <https://aviris.jpl.nasa.gov/proceedings/workshops/00_docs/Rahman_web.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2020.

RAMID, J; RIBEIRO, A. Declaração do Rio de Janeiro. **Estudos avançados**. 6, 15, 1992. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v6n15/v6n15a13.pdf>> Acesso em 10: jun. 2019.

REBOITA, M.S., RODRIGUES, M., ARMANDO, R.P., FREITAS, C., MARTINS, D., MILLER, G. Causas da semi-aridez do sertão nordestino. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 12, v. 19, 2016. Disponível em

<<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/download/42091/29394>>Acessado em 07 de jul. 2020.

REDDY, G. P. Obi. Digital Image Processing: Principles and Applications. In: REDDY, G. P. O.; SINGH, S.K **Geospatial Technologies in Land Resources Mapping, Monitoring and Management**. 21. ed. E-Book Eletrônica: Springer, 2018. Parte 01, Cap. 6. p. 101-127. Disponível em:< <https://www.springer.com/series/8088>>. Acesso em: 03 dez. 2020.

RENOVA ENERGIA. **Autorização da supressão da vegetação**. Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos – SEIA. 2013. Disponível em < <http://sistema.seia.ba.gov.br/lai.xhtml>>. Acesso em: 17 de dez. 2019.

RENOVA ENERGIA. **Adequação dos acessos externos do parque eólico seraíma inventário florestal**. Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos – SEIA. 2014. Disponível em < <http://sistema.seia.ba.gov.br/lai.xhtml>>. Acesso em: 17 de dez. 2019.

RENOVA ENERGIA. **Adequação dos acessos externos da área 13 A inventário florestal**. Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos – SEIA. 2013. Disponível em < <http://sistema.seia.ba.gov.br/lai.xhtml>>. Acesso em: 17 de dez. 2019.

RENOVA ENERGIA-A. **LT 230kV SE A13.2 – SE Igaporã II (CHESF)**. Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos – SEIA. 2012. Disponível em < <http://sistema.seia.ba.gov.br/lai.xhtml>>. Acesso em: 17 de dez. 2019.

RENOVA ENERGIA-B. **LT 230kV SE A13.1 – SE Igaporã II (CHESF)**. Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos – SEIA. 2012. Disponível em < <http://sistema.seia.ba.gov.br/lai.xhtml>>. Acesso em: 17 de dez. 2019.

RENOVA ENERGIA-A. **Autorização da supressão da vegetação (Área 11–1)**. Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos – SEIA. 2014. Disponível em < <http://sistema.seia.ba.gov.br/lai.xhtml>>. Acesso em: 17 de dez. 2019.

RENOVA ENERGIA-B. **Autorização da supressão da vegetação**. Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos – SEIA. 2014. Disponível em < <http://sistema.seia.ba.gov.br/lai.xhtml>>. Acesso em: 17 de dez. 2019.

RIBEIRO, J.F; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S M; P, ALMEIDA, S. **Cerrado: ambiente e flora**.Planaltina: Embrapa-cpac, 1998. Cap. 3. p. 89-166. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/554094>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

- RIBEIRO, R.W. Seca e Determinismo: a Gênese do Discurso do Semiárido Nordeste. **Anuário do Instituto de Geociências**. v. 28, n. 22, p. 60-91. 1999. Disponível em <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_1999/vol22_60_91.pdf>. Acesso: 17 de set. 2019.
- RIBEIRO, L. **Arte rupestre da Serra Geral de Monte Alto – Bahia**. Relatório Técnico. 2015.
- RIBEIRO, S.C; JACOVINE, L.A.G; SOARES, C.P.B. ; MARTINS, S.V; SOUZA, A.L; NARDELLI, A. M.B . Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore (Impresso)**, v. 33, p. 917-926, 2009. Disponível em <<https://www.redalyc.org/pdf/488/48815853014.pdf>> . Acesso em: 23 de abri. 2020.
- ROSS, J. L. S.. Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica do Planejamento Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v. 09, 1995. Disponível em <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53692/57655>>. Acesso em: 25 de fev. 2021.
- SAAD, S I. **Modelagem e valoração dos serviços ambientais hidrológicos na recuperação da vegetação no Ribeirão das Posses, Extrema, MG**. 2015. 169 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106132/tde-23032018-155045/publico/SandraSaad2015_tese_corrigida.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.
- SAADI, A. **Ensaio sobre morfotectônica de Minas Gerais: tensões intraplaca, descontinuidades crustais e morfogênese**. Tese para Professor Titular. Belo Horizonte: UFMG, 1991. 285p. Disponível em <<http://www.igc.ufmg.br/images/igc/biblioteca/saadi.pdf>>. Acesso em: 15 out. de 2019
- SAATCHI, S.S., HARRIS, N.L., BROWN, S., LEFSKY, M., MITCHARD, E.T.A., et al., Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America - PNAS**. v.108, n.24, p.9899-9904, 2011. Disponível em <<https://www.pnas.org/content/108/24/9899>> Acesso em: 07 de ago. 2019.
- SAMPAIO, A.R; SANTOS, R.A; ROCHA, A.J.D. Geologia. In: SAMPAIO, A. R. **Jacobina – Folha SC.24-Y-C**. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001. Cap. 2. p. 7-44. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/plgb/jacobina/jacobina_geologia.pdf>. Acesso em: 26 set. 2019.

SAMPAIO, E. V. S. V.; SILVA, G. C. Biomass equations for Brazilian semiarid caatinga plants. **Acta bot. Brás.** v.19, n.4, p.935-943. 2005. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v19n4/a28v19n4.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

SANTOS, C.V.B. **Modelagem espectral para determinação de fluxo de CO₂ em áreas de caatinga preservada e em regeneração.** 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2017. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/bitstream/tede/623/2/clovesvilasboas_disserta%C3%A7%C3%A3o_mestrado_2017.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2019.

SANTOS, E.; MATOS, H.; ALVARENGA, J.; SALES, M.C.L. A seca no nordeste no ano de 2012: relato sobre a estiagem na região e o exemplo de prática de convivência com o semiárido no distrito de Iguaçu/Canindé-CE. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v.1, n.5, p.819 – 830, 2012-a. Disponível em < <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2436>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

SANTOS, A.P., NUNES, D. M., SÍGOLO R. N. Avaliação do uso de diferentes tolerâncias de representação no processo de generalização cartográfica de polígonos; **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2012-b. Disponível em < https://www.researchgate.net/publication/266393697_Avaliacao_do_uso_de_diferentes_tolerancias_de_representacao_no_processo_de_generalizacao_cartografica_de_poligonos>.

Acesso em: 15 dez. 2020.

SANTOS, U.F.D. **Negociação e conflito na administração do pau-brasil: a Capitania de Porto Seguro (1605 – 1650).** 2015. 206 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em História Social, Programa de Pós-graduação em História, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Cap. 1. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/23331/1/disserta%C3%A7%C3%A3o%20Uia.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

SANTOS, P., BRITO, B., MASCHIETTO, F., OSÓRIO, G., MONZONI, M. **Marco regulatório sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil.** Belém, PA: IMAZON, FGV, 2012. Disponível em < <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/15355/Marco%20Regulat%C3%B3rio%20sobre%20Pagamento%20por%20Servi%C3%A7os%20Ambientais%20no%20Brasil.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acessado em 09 de agosto de 2019.

SANTOS-MARTÍN, F., ZORRILLA-MIRAS, P., PALOMO, I., MONTES, C., BENAYAS, J., MAES, J. Protecting nature is necessary but not sufficient for conserving ecosystem services: A comprehensive assessment along a gradient of land-use intensity in Spain. **Ecosystem Services**, v.35, 43–51. 2019 Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041617307039>>. Acesso em: 28 de abr. 2020.

SANTOS, R. C; CASTRO, R.V.O; CARNEIRO, A.C.O; CASTRO, A.F.N.M; PIMENTA, A. S; PINTO, E.M; MARINHO, I.V. Estoques de volume, biomassa e carbono na madeira de espécies da Caatinga em Caicó. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v. 36, n. 85, p. 1-7, jan./mar. 2016. Disponível em < <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/772> >. Acesso em: 23 de abril. 2020.

SANQUETTA, C. R. **Métodos de determinação de biomassa florestal**. In: SANQUETTA, C. R. et al. (Eds.). As florestas e o carbono. Curitiba: [s.n.], 2002, p. 119-140.

SAMPAIO, E. V. S. B.; COSTA, T. L. Estoques e fluxos de carbono no semiárido nordestino: Estimativas Preliminares. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 12, 75-1291, 2011. Disponível em < <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232783>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

SENADO FEDERAL. Protocolo de Quioto e legislação correlata. – Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2004. 88 p. Disponível em <<https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70328/693406.pdf?sequence=2>>. Acesso em: 30 de agos. 2019.

SCHLESINGER, W. H.; BERNHARDT, E. S.. Origins. In: SCHLESINGER, William H.; BERNHARDT, Emily S.. **BIOGEOCHEMISTRY An Analysis of Global Change**. 3. ed. New York: Academic Press, 2012. Cap. 2. p. 15-47.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB. **Inventário Florestal Nacional - IFN (Metodologia)**. 2019. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/inventario-florestal-nacional/466-metodologia-ifn>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

_____. **Inventário Florestal Nacional - IFN**. Brasília, Distrito Federal: MMA; Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento; 2020. Disponível em: < <http://www.florestal.gov.br/inventario-florestal-nacional> >. Acesso em: 20 mar. 2020.

_____. **Inventário Florestal Nacional – IFN: Distrito Federal: Principais resultados**. Brasília, Distrito Federal: MMA; Ministério da

Agricultura, pecuária e Abastecimento; 2016. (Série Relatório Técnico). Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/inventario-florestal-nacional>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

_____. **Inventário Florestal Nacional – IFN: Sergipe: Principais resultados.** Brasília, Distrito Federal: MMA; Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento; 2017. (Série Relatório Técnico) Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/inventario-florestal-nacional>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

_____. **Inventário Florestal Nacional – IFN: Ceará: Principais resultados.** Brasília, Distrito Federal: MMA; Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento; 2016. (Série Relatório Técnico) Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/inventario-florestal-nacional>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA – SEEG. **Estimativas totais CO₂ por toneladas.** 2018. Disponível em <http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission> Acesso em: 29 de jul. 2019.

SILVA, R.M.A. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semiárido. **Sociedade e Estado.** 18 (2). 339-360. 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69922003000100017>. Acesso em: 18 de set. 2019.

SILVA, J.M. “DE ONDE NOIS VEI, PRÁ ONDE NOIS VAI?”: um estudo sobre o processo histórico da luta por reconhecimento ético e titulação das terras entre as populações do quilombo do rio das rãs durante o século 375. 2015. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em História, Faculdade de História, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: <<https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/113/o/D2015-03.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2020.

SILVA, V S. **Rio das Rãs e Mangal Feitiçaria e poder em territórios quilombolas do Médio São Francisco.** 2010. 353 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa Multidisciplinar em Estudos Étnicos e Africanos, Universidade Federal da Bahia – Ufba, Salvador, 2010. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp134658.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2020.

SILVA, L. C.; ARAUJO, E. J. G. ; CURTO, R. A. ; NASCIMENTO, A. M. ; ATAIDE, D. H. S. ; MORAIS, V. A. Estoques de biomassa e carbono em unidade de conservação no bioma Mata Atlântica. **BIOFIX Scientific Journal**, BIOFIX Scientific Journal v. 3 n. 2 p. 243-251 2018. Disponível em <<https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/59592/35745>>. Acessado em: 13 de abril. 2021.

- SILVA, K.E; SOUZA, C.R; AZEVEDO, C.P; ROSSI, L.M.B. Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 193-201, mar. 2015. Disponível em < <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr105/cap19.pdf>>. Acessado em: 27 de abri. 2020.
- SILVA, H. F. ; RIBEIRO, S. C. . Biomass and Carbon in a Seasonal Semideciduous Forest in Minas Gerais. **FLORAM**, v. 25, p. e20160508, 2018. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/floram/v25n1/2179-8087-floram-25-1-e20160508.pdf>>. Acesso em: 23 de abri. 2020.
- SISTEMA DE REGISTRO NACIONAL DE EMISSÕES – SIRENE. **Emissões**. Disponível em < <http://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/>>. Acesso em :10 jun. 2019.
- SILVEIRA, P., KIEHLER, H.S; SANQUETTA, C.R; ARCE, J.E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, jan./mar. 2008. Disponível em < <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/11038>>. Acesso em: 15 dez. 2020.
- SILVA, J.P. As pinturas rupestres da Serra de Monte Alto. **Revista da Associação Brasileira de Arte Rupestre**. V.1, n.1, 2015. Disponível em < <http://periodicos.ufpb.br/index.php/petrart/article/download/39840/20025>>. Acesso em: 19 de set. 2019.
- SILVA, P.F ; LIMA, J. R. S. ; ANTONINO, A. C. D. ; SOUZA, R ; SOUZA, E. S; SILVA, J.R.I; ALVES, E.M. Seasonal patterns of carbon dioxide, water and energy fluxes over the Caatinga and grassland in the semi-arid region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 147, p. 71-82, 2017. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140196317301672>. Acesso em: 30 de nov. 2020.
- SOUZA, B. I. F.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e Desertificação. **Mercator**. Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, jan./abr. 2015. Disponível em < <https://www.scielo.br/pdf/mercator/v14n1/1984-2201-mercator-14-01-0131.pdf>> . Acesso em: 15 dez. 2020.
- STEENBOCK, W. **Uma Genealogia da Política Ambiental Brasileira**. Disponível em < <https://www.euricovianna.com.br/2018/11/29/se-a-poluicao-e-o-preco-do-desenvolvimento-estamos-dispostos-a-paga-lo-uma-genealogia-da-politica-ambiental-brasileira-por-walter-steenbock/>> . Acesso em:12 abr. 2021.
- PAL, M, MATHER, P.M. An assessment of the effectiveness of decision tree methods for land cover classification. **Remote Sensing of Environment**. v.86, n.4, 2003. 554–565. Disponível

em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425703001329>> Acesso em 03 de set. 2019.

Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE. **Delimitação do semiárido Brasileiro**. 2017. Disponível em < <http://www.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>> Acesso em: 04 de set. 2019.

PAIVA SOBRINHO, R; GARCIA, J.R; MAIA, A.G. Tecnologia Blockchain: inovação em Pagamentos por Serviços Ambientais. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 55, n. 33, p.151-175, jan. 2019. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/159481/154258>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

PAIVA, A.O.; REZENDE, A. V.; PEREIRA, R. S. Estoque de Carbono em Cerrado Sensu stricto no Distrito Federal. **Revista Arvore**, Vicosa, v.35, n.3, p. 527-538. 2011. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v35n3/a15v35n3.pdf>>. Acesso em: 23 de abri. 2020.

PALMARES FUNDAÇÃO CULTURAL. **Certificação Quilombola (Maio 2020)**. 2020. Disponível em < http://www.palmares.gov.br/?page_id=37551>. Acesso em: 02 de jul. 2020.

PARANHOS FILHO, A.C; GUAMARRA, M.R. SIG – Sistema de Informações Geográficas. In: PARANHOS FILHO, Antonio Conceição *et al.* **Geotecnologias para aplicações ambientais**. Maringá: Uniedusul, 2021. Cap. 10. p. 163-182. Disponível em: <<https://www.uniedusul.com.br/wp-content/uploads/2021/01/GEOTECNOLOGIAS-PARA-APLICACOES-AMBIENTAIS.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2021.

PARKER, C., MITCHELL, A., TRIVEDI, M; MARDAS, N. **The Little REDD+ Book**. Global Canopy Programme John Krebs Field Station Oxford OX2 8QJ UK. 2, 1-136. 2009. Disponível em < https://redd.unfccc.int/uploads/2_162_redd_20091201_gcp.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2020.

PLATAFORAM SEMIÁRIDOS DA AMÉRICA LATINA. **Regiões semiáridas**. Disponível em <<https://www.semiaridos.org/regiones-semiaridas/>>. Acesso em: 15 de set. 2019.

PFAFF, A., ROBALINO, J., SANCHEZ-AZOFEIFA, G. A., ANDAM, K. S., FERRARO, P. J. PARK location affects forest protection: Land characteristics cause differences in park impacts across Costa Rica. **Journal of Economic Analysis & Policy**, v.9, n.2, p.1–24, 2009. Disponível em < https://www.researchgate.net/publication/46555914_Park_Location_Affects_Forest_Protection_on_Land_Characteristics_Cause_Differences_in_Park_Impacts_across_Costa_Rica> Acesso: 06 de abri. 2020.

PEREIRA, S. R. N. **Guanambi: Centralidade, rede urbana e dinâmica regional no centro-sul baiano**. Dissertação. Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia- UFBA.

Salvador, 2013. Disponível em < <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/20146>>. Acesso em: 20 de set. 2019.

_____ **Políticas energéticas e desenvolvimento sócio-espacial: as transformações geradas pela energia eólica no semiárido baiano.** Tese. Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia- UFBA. Salvador, 2013. Disponível em < <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/32820>>. Acesso em: 20 de set. 2019.

PHAM, TT, LOFT, L., BENNETT, K., PHUONG, VT, DUNG, LN, & BRUNNER, J. Monitoramento e avaliação do pagamento por serviços ambientais florestais no Vietnã: do mito à realidade. **Ecosystem Services**, 16, 220–229.2015. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041615300437>>. Acesso em 13 de mai. 2020.

PONZONI, F J; SHIMABUKURO, y e; KUPLICH, T M. **Sensoriamento remoto da vegetação.** 2º. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 160 p.

POTSCHIN, M. B.; HAINES-YOUNG, R. H. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. **Progress in Physical Geography**, v.35, n.5, 575–594. 2011. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0309133311423172f>>. Acesso em: 01 de jun. 2020.

PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA DIVERSIDADE BRASILEIRA – PROBIO. **Levantamento da cobertura vegetal do uso do solo do bioma caatinga,** 2004. Disponível em < http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/caatinga/documentos/relatorio_final.pdf>. Acesso em; 10 de jun. 2019.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. **Atlas Brasil.** 2011. Disponível em < http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/guanambi_ba>. Acesso em: 24 de set. 2019.

PROJETO DE MONITORAMENTO DO DESMATAMENTO NOS BIOMAS BRASILEIROS POR SATÉLITE – PMDBBS. **Biomass do Cerrado e Caatinga.** Disponível em < http://siscom.ibama.gov.br/monitora_biomass/> . Acesso em 10 jun. 2019.

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SD. 23 Brasília : geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra.** Brasília. 1982. Disponível em < <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=214552>> Acesso em: 29 de out. 2019.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação.** Londrina: Efraim Rodrigues, 2001. 328 p.

SAY, J.B., **Cours complet d'économie politique pratique**. Chez Rapylli, Paris. 1829.

TRALDI, Mariana. **Acumulação por despossessão: a privatização dos ventos para a produção de energia eólica no semiárido brasileiro**. 2019. 1 recurso online (378 p.). Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. Disponível em: < <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/335160>>. Acesso em: 05 de abril 2021.

TRAVASSOS, L.E.P. **Caracterização do carste da região de Cordisburgo, Minas Gerais**. 2007. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Cap. 4. Disponível em: <http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/TratInfEspacial_TravassosLE_1.pdf>. Acesso em: 13 de maio 2020.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Ibge, 1977. 97 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS_RJ/ecodinamica.pdf>. Acesso em: 10 de jun. 2019.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. de O. **Introdução à climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

VASCONCELLOS, R.C; BELTRÃO, N.E.S. Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 19, n. 1, p. 209-220, jan./mar. 2018. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/inter/v19n1/1518-7012-inter-19-01-0209.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

VAZ, C.B.N. **Os sertões pelos sertanejos: identidade, representação e regionalização nos territórios de identidade sertão produtivo e sertão do São Francisco**. 2016. 210 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016. Cap. 4. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/20606>>. Acesso em: 18 set. 2019.

VIEIRA, G; SANQUETTA, C.R; KLÜPPEL, M.L.W; BARBEIRO, L.S.S. Teores de carbono em espécies vegetais da caatinga e do cerrado. **Revista acadêmica ciências agrárias e ambientais**. Curitiba, v. 7, n. 2, p. 145-155, abr./jun. 2009. Disponível em < <https://periodicos.pucpr.br/index.php/cienciaanimal/article/view/9846/21138>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

VIRGENS, A. P.; BARRETO, P. A. B. ; PAULA, A. ; CARVALHO, F. F. ; ARAGAO, M. A. ; MONROE, P. H. M. . Biomassa de espécies florestais em área de caatinga arbórea. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, p. 555-561, 2017. Disponível em < <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1465> >. Acesso em: 22 de abr. 2020.

VOGEL, H.L.M; SCHUMACHER, M.V; TRÜBY, P. Quantificação da biomassa em uma floresta estacional decidual em Itaara, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 419-425, 2006. Disponível em < <http://www.bioline.org.br/pdf?cf06038>>. Acesso em: 22 de abr. 2020.

VOIVODIC, M. A., RIBEIRO, P.A.R., SANTOS, E. F., FELIPELLI, T., GOMES, H. **Guia para elaboração de projetos de carbono e serviços ambientais**. 1º ed., 2009. 74 p. Disponível em < <https://biofilica.com.br/web/downloads/guia.pdf>>. Acesso em: 14 de abr. 2021.

WORLD BANK GROUP. **State and Trends of Carbon Pricing 2019**. Washington, DC: World Bank. Disponível em < <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31755>>. Acesso em: 15 de ago. 2019.

WUNDER, S. Revisitando o conceito de pagamentos por serviços ambientais. **Ecological Economics**, 117, 234-243.2015. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800914002961>> Acesso em: 11 de mai. 2020.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – USGS. **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)**. Disponível em < <https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 29 de ago. 2018.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **What is the United Nations Framework Convention on Climate Change?** .2019 Disponível em < https://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/la_convencion/items/6196.php> Acesso em: 10 de jun. 2019.

_____. Acordo de Paris. Disponível em < <https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/past-conferences/paris-climate-change-conference-november-2015/cop-21> > Acesso em: 26 de mai. 2020.

WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE - UNEP-WCMC. **A spatial analysis approach to the global delineation of dryland areas of relevance to the CBD Programme of Work on Dry and Subhumid Lands**. Dataset based on spatial analysis between WWF

terrestrial ecoregions (WWF-US, 2004) and aridity zones (CRU/UEA; UNEPGRID, 1991). 2007. Dataset checked and refined to remove many gaps, overlaps and slivers (July 2014). Disponível em <https://www.unep-wcmc.org/system/dataset_file_fields/files/000/000/323/original/dryland_report_final_HR.pdf?1439378321>. Acesso em: 16 de set. 2019.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME . **Emissions Gap Report 2019**. **UNEP, Nairobi**. 2019. Disponível em <<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30797/EGR2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 27 nov. 2020.

YU, C.M. **Sequestro florestal de carbono no Brasil – dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas**. 2004. 293 f. Tese (Doutorado) - Curso de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004. Cap. 1. Disponível em:<https://iieb.org.br/wp-content/uploads/2019/01/trab_tese_chang_sequestro_florestal.pdf>. Acesso em: 04 maio 2020.