

A Serra de Santana no semiárido nordestino: aspectos geográficos e possibilidade de práticas sustentáveis

The Serra de Santana in the semi-arid northeast: geographical aspects and possibility of sustainable practices

La Serra de Santana en el nordeste semiárido: aspectos geográficos y posibilidad de prácticas sostenibles

Clara Yasmim de Souza Lucena¹

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

José João Lelis Leal de Souza²

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

Betânia Queiroz da Silva³

UniFG Laureate International Universities, Brasil

João Santiago Reis⁴

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Rebecca Luna Lucena⁵

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

-
- 1 Geógrafa, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brazil, E-mail: yasmimlucena3geo@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-7857-4499>
 - 2 Doutor em Agronomia, professor do Departamento Solo, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Brazil. E-mail jjlelis@ufv.br,  <https://orcid.org/0000-0003-4670-66266>
 - 3 Mestre em Ciências Geodésicas, doutoranda em Geotecnia, professora UniFG Laureate International Universities, Brazil. E-mail bethqueiroz02@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-7406-765X>
 - 4 Doutor em Agronomia, professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brazil. E-mail joaosantiagor@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-3516-4334>
 - 5 Doutora em Geografia, Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brazil. E-mail rebeccaosvaldo@yahoo.com.br,  <https://orcid.org/0000-00034670-265X>

Resumo

Enclaves úmidos que aparecem nos topos das montanhas e chapadas são de extrema importância para o semiárido, visto que são considerados refúgios para espécies da flora e fauna, além de fontes de umidade para diversas atividades humanas uma vez que apresentam clima mais fresco e úmido decorrente dos efeitos da altitude. Nesse contexto, o objetivo principal dessa pesquisa foi realizar um levantamento dos aspectos geográficos da Serra de Santana, com ênfase nas características climáticas, pedológicas, hídricas e de cobertura vegetal. Considerou-se também os usos da terra e a reflexão acerca das possibilidades de práticas sustentáveis para a conservação desta importante unidade da paisagem que, apesar de possuir condições geográficas privilegiadas a nível de região semiárida, como clima “ameno” em se tratando das condições térmicas, tipo de solo desenvolvido e condições hidrográficas de vantagem, o processo de uso e ocupação do solo acarretou em perdas significativas da vegetação nativa.

Palavras-chave: Áreas serranas; climas de altitude; Semiárido brasileiro; usos da terra, Lagoa Nova/RN.

Abstract

Wet enclaves that appear on the tops of mountains and plateaus are extremely important for the semi-arid region, as they are considered refuges for species of flora and fauna, as well as sources of water moisture for various human activities, since they have a cooler and wetter climate resulting from the effects of altitude. In this context, the main objective of this research was to carry out a survey of the geographic aspects of Serra de Santana, with emphasis on climatic, pedological (i. e. soil), water and vegetation cover characteristics. It was also considered the uses of the land and the reflection on the possibilities of sustainable practices for the conservation of this important unit of the landscape that, despite having privileged geographical conditions in the semiarid region, as a “mild” climate in terms of thermal conditions, type of soil developed and hydrographic conditions of advantage, the process of use and occupation of the soil resulted in significant losses of native vegetation.

Keywords: Mountain areas; Altitude climates; Brazilian Semi-arid; Land uses, Lagoa Nova/RN.

Resumen

Los enclaves húmedos que aparecen en las cimas de montañas y mesetas son de suma importancia para la región semiárida, ya que son considerados refugios de especies de flora y fauna, así como fuentes de humedad para diversas actividades humanas, ya que tienen un ambiente más fresco y húmedo. clima resultante de los efectos de la altitud. En este contexto, el objetivo principal de esta investigación fue realizar un levantamiento de los aspectos geográficos de la Serra de Santana, con énfasis en las características climáticas, edafológicas, hídricas y de cobertura vegetal. También se consideró los usos del suelo y la reflexión sobre las posibilidades de prácticas sustentables para la conservación de esta importante unidad del paisaje que, a pesar de tener condiciones geográficas privilegiadas en la región semiárida, como un clima “templado” en cuanto a temperatura condiciones, tipo de suelo desarrollado y condiciones hidrográficas de aprovechamiento, el proceso de uso y ocupación del suelo resultó en pérdidas significativas de vegetación nativa.

Palabras-clave: Zonas de montaña; climas de altitud; Semiárido brasileño; usos del suelo, Lagoa Nova / RN.

Introdução

Podemos afirmar que o semiárido brasileiro, com destaque para o estado do Rio Grande do Norte, é uma região de contrastes que reúne condições climáticas especiais, solos diversificados, variedade fitogeográfica e condições socioeconômicas complexas. Sabe-se que as condições climáticas do semiárido brasileiro são marcadas principalmente pelas altas taxas de insolação e temperatura, e que associada a estas condições, ainda existe a forte variabilidade interanual das chuvas, que torna a região susceptível a períodos secos não inconstantes (Cavalcanti, 2009; Sá e Silva, 2010). O Estado do Rio Grande do Norte tem aproximadamente 90% de sua área inserida no polígono das secas, com índices pluviométricos médios anuais inferiores aos 800 mm, distribuídos de forma irregular no tempo e no espaço (Valadão *et al.*, 2010; Lucena, Santos, Silva, Costa e Lucena, 2018). As médias térmicas anuais são elevadas e relativamente constantes, variando entre 25°C e 29°C, o que junto com as altas taxas de insolação, gera elevados valores de evaporação e evapotranspiração potencial (Aprígio, Faria, Lucena, Souza, Cardozo y Silva, 2019). Essas condições climáticas contribuem para a gênese de rios intermitentes, além de favorecer o balanço hídrico negativo durante grande parte do ano na região (Lima, Cavalcante e Marín, 2011; Aprígio, Faria, Lucena, Souza, Cardozo y Silva, 2019). Também é importante destacar a característica dos solos, predominantemente rasos e pedregosos, que não favorecem a infiltração das águas (Ab' Saber, 2003).

Além das características naturais, a degradação das terras em regiões semiáridas é resultante de fatores incluindo aqueles causados por variações climáticas e atividades humanas, sendo que esta última diz respeito, principalmente, ao uso inadequado da terra (Conti, 2008). O processo de desertificação, como resultado da ação antrópica desprovida de conscientização ambiental, é fator latente e contribuinte primário para o aquecimento e a desvegetação gradual dos espaços semiáridos (Santana, 2007).

Nesse contexto geográfico próprio da região semiárida brasileira, se destacam os enclaves úmidos nos topos das montanhas e chapadas: são as áreas com clima mais fresco e úmido graças aos efeitos da altitude. Essas áreas elevadas são extremamente importantes para o semiárido como um todo, pois constituem “ilhas de umidade”, onde as condições higrotérmicas, os solos, a hidrografia e a vegetação, diferem daquelas características predominantes na depressão sertaneja (Ab' Saber, 2003; Souza e Oliveira,

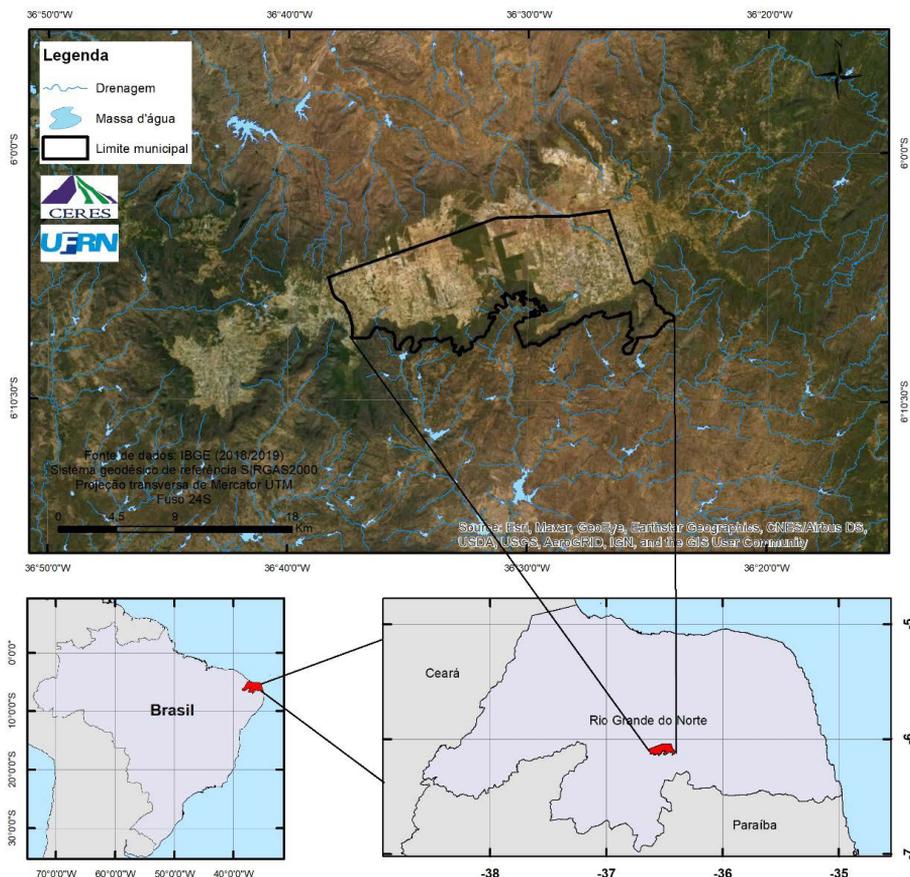
2006). As áreas montanhosas do semiárido nordestino também são um refúgio para diferentes espécies vegetais e animais, graças às suas diferentes características edáficas e climáticas (Porto, Cabral e Tabarelli, 2004; Medeiros e Cestaro, 2018). Proporcionando temperaturas mais amenas e maior umidade (Medeiros e Cestaro, 2018), são nessas áreas serranas onde se encontram importantes nascentes de rios no semiárido e também onde a fruticultura se faz presente.

Diante da escassez de informações sobre a Serra de Santana, localizada no semiárido do estado do Rio Grande do Norte, o objetivo principal dessa pesquisa foi realizar um levantamento dos aspectos geográficos da serra, com ênfase nas características climáticas, pedológicas, hídricas e de vegetação, tomando por base o município de Lagoa Nova/RN, identificando os usos da terra e refletindo possibilidades de práticas sustentáveis para a conservação desta importante unidade da paisagem.

Área de estudo

Localizado no platô da Serra de Santana (figura 1), na microrregião do Seridó, o município de Lagoa Nova possui 176,302 Km² de extensão territorial e uma população de cerca de 15.880 habitantes, com um PIB *per capita* de 19.902,35 R\$ e tendo como principais atividades econômicas a agropecuária, extrativismo e comércio (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2021).

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo com imagem do Rio Grande do Norte (altimetria), onde se observa a Serra de Santana, com altitude média de ~700 metros, e destaque para o município de Lagoa Nova



Inserido na bacia hidrográfica do Piancó-Piranhas-Açu, o município de Lagoa Nova tem sua hidrografia marcada pela presença de cursos d'água secundários e intermitentes, não existindo açudes com capacidade de acumulação igual ou superior a 100.000 m³. Seus principais cursos d'água são os riachos Macacos, Olho d' Água e Grota da Ferveadeira ([Serviço Geológico do Brasil, 2005](#)).

O abastecimento de água do município é feito pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte a CAERN e segundo dados da plataforma Municípios e Saneamento, disponibilizados no site do IAS - Instituto Água e Saneamento, 46,41% da população do município tem acesso aos serviços de abastecimento de água, o que está bem abaixo da média nacional, que é de 83,71% e do estado 83,75%. Do percentual da população atendida com os serviços de abastecimento de água, 90,97 encontra-se na zona urbana e apenas 9,03% na zona rural. Em relação ao saneamento básico apenas 34,4% da população tem acesso aos serviços de esgotamento sanitário e esse serviço não contempla a população das áreas rurais, que representam 51,36% da população total do município.

A vegetação dessa região é basicamente composta pela floresta Semidecidual ou Subcaducifolia, encontradas normalmente em regiões mais altas e frescas do semiárido e caracterizada pela perda parcial das folhas, em média 20% a 50% de queda das folhas, durante os meses de estiagem (IBGE, 2012). Seu estrato arbóreo tem aspecto pouco denso, pequeno porte e folhagem mais clara. Devido ao intenso desmatamento nessa região, tem se instalado uma vegetação secundária (capoeira) além das culturas e pastagens (Barros, 1998).

Os solos da serra apresentam, predominantemente, fertilidade natural baixa, textura média, e são fortemente drenados numa área que apresenta relevo plano. O uso da terra em Lagoa Nova ocorre através do processo de urbanização e através das atividades vinculadas ao meio rural, ambas modificando aspectos naturais e sendo potenciais produtoras de impactos na serra.

Material e métodos

Coleta e análise de dados climáticos

Os dados climáticos utilizados foram obtidos junto a EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE - EMPARN. Os dados são referentes aos valores anuais de chuvas (mm) e mensais de temperaturas máximas, médias e mínimas (°C). Para a série da precipitação foi considerado o período de 1982 a 2020. Para o preenchimento das falhas utilizou-se o método de ponderação regional proposto por Tucci (2002) visto que não foi possível obter os dados de precipitação referente ao ano de 2008. Em relação aos dados de temperatura do ar, a

EMPARN só tem registro até o ano de 2002, o que fez com que a análise das temperaturas se limitasse até esse ano. Assim, foram utilizados dados mensais e anuais de temperaturas para o período de 1985 a 2002, perfazendo um total de 18 anos. De posse dos dados climáticos, foram realizadas análises estatísticas descritivas, através de medidas de tendência central e de dispersão, e análise tendência (Galvani, 2005). Para análise de tendência, utilizou-se o modelo estimado da regressão linear e calculou-se o Coeficiente de determinação (R^2), tanto para dados de precipitação quanto para os dados de temperatura (máxima, média e mínima).

Análise de perfil de solo

Quatro perfis foram descritos e classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos *et al.*, 2018). Amostras dos horizontes do solo foram secas ao ar, destorroadas e tamisadas em peneira de 2 mm. O pH do solo em água foi determinado em uma solução 1:2,5 (solo : água deionizada), acidez potencial ($H + Al$) e cátion trocáveis (Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) conforme métodos consolidados para solos tropicais (Donagema *et al.*, 2011). A partir desses resultados foram calculadas a soma de bases ($SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+$), a capacidade de troca catiônica efetiva ($t = SB + Al^{3+}$), a capacidade de troca catiônica total ($T = t + (H + Al)$) e a saturação por bases ($V\% = SB / T$). O teor de areia, silte e argila foram determinados após agitação lenta com 0,1 M NaOH pelo método da peneira-pipeta. O teor de C orgânico do solo foi determinado por digestão ácida de acordo com o método Walkey-Black. O teor de N total foi determinado pelo método Kjeldahl.

Amostras indeformadas de solo foram coletadas da superfície do solo até um metro de profundidade, ou até a rocha fresca, de forma a representar os horizontes. Tais amostras foram utilizadas para determinação da densidade do solo e densidade de partículas pelo método do anel volumétrico e balão (Donagema *et al.*, 2011). A curva de retenção de água do solo foi mensurada nos potenciais -6 , -8, -10, -30, -60, -100, -300 e -1500 KPa através da mesa de tensão e aparelho de Richards (Donagema *et al.*, 2011). Porosidade total, capacidade de campo e ponto de marcha permanente foram calculados a partir dos dados obtidos.

Interpretação de imagens de satélite

Para identificar a Lagoa perene e mapear as nascentes de água, foram utilizadas imagens de Drone e do Google Earth em 2019. Foram também utilizados dados da cobertura e uso da terra correspondente a série histórica referente aos anos de 1985 a 2020 do município de Lagoa Nova-RN, disponibilizados no site no Mapbiomas - Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomas, 2021).

O Projeto MapBiomas - é uma iniciativa multi-institucional para gerar mapas anuais de uso e cobertura da terra a partir de processos de classificação automática aplicada a imagens de satélite*. O projeto fez um mapeamento pioneiro, utilizando imagens de satélite, com 36 anos de série histórica com dados desde 1985 a até 2020. O processamento dessas imagens foi feito utilizando linguagem de programação, com algoritmos de inteligência artificial, para tornar o mapeamento mais automático possível. Além dos algoritmos foram utilizadas imagens para exemplificar as especificidades e as dinâmica de cada bioma ou de cada região. Para compor toda essa série temporal para todo o território nacional foram utilizadas mais de 150 mil imagens e mais de 100 *terabytes* de dados.

Os dados utilizados foram divididos por classes, sendo elas: florestas, formação natural não florestal, agropecuário, área não vegetada e água. Estas por sua vez nos dados originais encontram-se subdivididas em outras classes. A classe florestas, por exemplo, para o município de Lagoa Nova, está subdividida em formação florestal e savânica; a classe formação natural não florestal esta subdividida em formações campestres e afloramentos rochosos; a série agropecuária em: agricultura, pastagem e mosaico de agricultura e pastagem; já a classe área não vegetada esta subdividida em área urbanizada e outra área não vegetada; por último a classe água está subdividida em rio, lago e oceano. Optamos, porém, por utilizar apenas os dados das classes principais afim de sintetiza-los, apenas para a classe florestal utilizamos os dados da subdivisão. A partir desses dados foi gerado um gráfico de linhas para observarmos a evolução da formação vegetal em Lagoa Nova e o uso e ocupação do solo de 1985 a 2020.

Resultados e discussões

Características climáticas

A altitude é um fator crucial quando se trata de clima. Estas características levam-nos a crer que a Serra de Santana e as demais zonas montanhosas da sua vizinhança podem apresentar características climáticas distintas da depressão envolvente, atuando como “oásis” no meio do árido sertão (Ab’ Saber, 2003; Medeiros, 2016). Considerando a precipitação orográfica como uma característica geográfica do clima, que é determinada a partir das condições do relevo, incluindo altitude, e orientação das encostas, isso faz com que o ar úmido suba e depois se condense, formando nuvens e chuva que beneficiam as serras com maior umidade, incluindo fenômenos como o orvalho e o nevoeiro orográfico (Estrela, Valiente, Correll e Millán, 2008; Lupikasza e Szypuła, 2019).

No período avaliado (1982-2020) observou-se uma média de precipitação pluvial anual $P = 525,6$ mm, com desvio-padrão de 241,03 mm, que representa uma variabilidade de 43,3%, sendo os valores mínimo e máximo de chuva encontrados de 116,3 mm no ano de 2012 e de 1158,3 mm em 2008 (Tabela 1). Observou-se também que nos anos de 2008 e 2009 ocorreram chuvas acima da média histórica e que em 2012 as chuvas foram abaixo da média histórica no município de Lagoa Nova, como pode ser visto na Figura 2.

Tabela 1: Análises estatísticas das precipitações no município de Lagoa Nova (1982-2020).

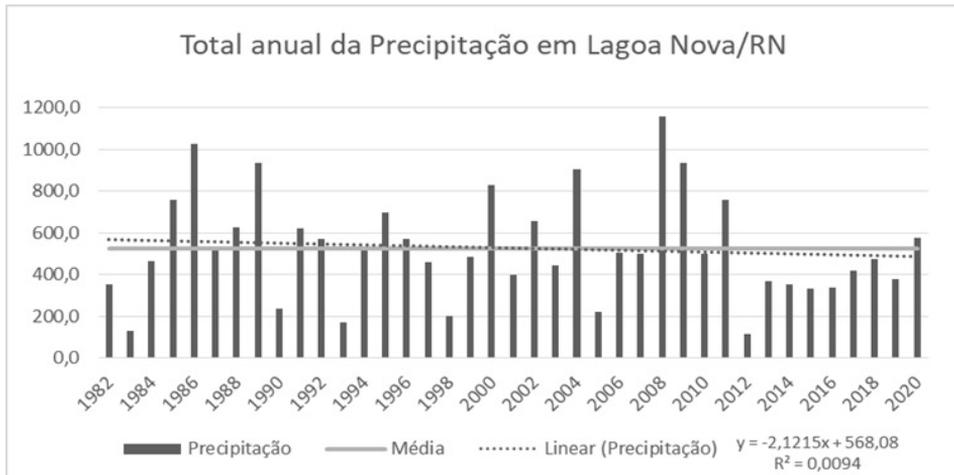
Estatística Descritiva	Precipitação (mm)
Média	525,7
V. Máx	1158,3
V. Mín	116,3
Amplitude	1042,0
D. Pad	246,3
CV	47%

Nota: V. Máx = valores máximos; V.mín = valores mínimos; D. Pad = desvio padrão e CV = Coeficiente de Variação

Fonte: dados da pesquisa

Na série estudada, observa-se que os valores de precipitação mínimos e máximos encontrados foram decorrentes de anomalias climáticas. No ano de 2012, ano de menor valor de precipitação da série histórica, observamos a ocorrência da *La Niña* com intensidade moderada (Rodrigues, Souza e Pereira, 2017), o que não explica o valor acumulado de chuva naquele ano. Porém no ano de 1998 foi observada a ocorrência do *El Niño* de intensidade muito forte, e isso pode explicar o baixo volume pluviométrico observado. Já no ano de 2008, onde o volume pluviométrico foi acima da média histórica, foi observada a ocorrência da *La Niña* de intensidade forte (2007 e 2008 ago-jun), ver figura 2.

Figura 2: Precipitação do município de Lagoa Nova (1982-2020), com análise de tendência.



Fonte: Dados da pesquisa

Para contornar os problemas ocasionados pelos anos consecutivos de baixo volume de chuvas é essencial a racionalização do uso dos recursos hídricos, pensando em práticas que possibilitem a redução do consumo a reutilização e a reciclagem (Lucena *et al.*, 2018). Além disso, é necessário investir em sistemas de captação e armazenamento de águas de chuvas e de precipitação oculta, além de práticas para aumentar a cobertura vegetal e técnicas que permitam a infiltração de água no solo. Tais ações podem contornar a situação de vulnerabilidade socioambiental que se dá a partir

da inconstância das chuvas que por sua vez possuem correlação com teleconexões, a exemplo do El Niño Oscilação Sul.

A série temporal de dados anuais de temperatura compreende os anos de 1985 a 2002, totalizando 18 anos de dados. Na Tabela 2 e Figura 3, pode-se verificar os dados climáticos registrados na estação meteorológica da EMPARN Lagoa Nova - RN na série temporal observada.

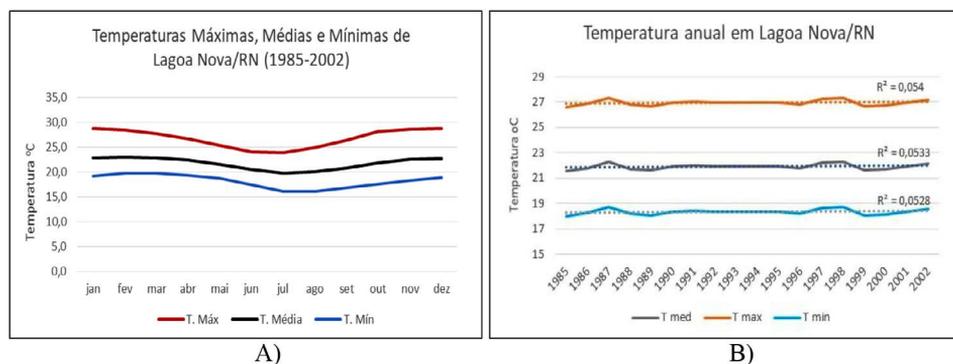
Tabela 2: Temperatura

	T. Méd	T. Máx	T. Mín
T. Méd	21,7	26,7	18,1
T. Máx	24,1	29,8	20,9
T. Mín	19,2	23,2	15,5
Amplit	5,0	6,7	5,4
Desv.Pad	1,2	1,8	1,3
CV	6%	7%	7%

Nota: T. Méd = temperatura média; T. Máx = temperatura máxima; T. Mín = temperatura mínima; Amplit = amplitude; D. Pad = desvio padrão; CV = coeficiente de variação

Fonte: dados da pesquisa

Figura 3: Distribuição anual de temperatura média, máxima e mínima (A), e valores médios anuais para a série histórica, com linha de tendência (B).



Nota: T. Máx = temperatura máxima; T. Média = temperatura média; T. Mín = temperatura mínima

Fonte: dados da pesquisa

As temperaturas registradas comprovam a amenidade climática da serra se comparada a região da depressão sertaneja do entorno. As temperaturas mínimas apresentam valores médios entre 15 e 20 °C, valores esses que são considerados baixos para a região e raramente encontrados na depressão sertaneja. Verificou-se também que para a série analisada não há detecção de tendência nas temperaturas médias, máximas e mínimas. O fato da interrupção da coleta de dados de temperatura ter-se dado em 2002, prejudicou uma melhor análise dos valores de temperatura para a análise de tendência e sua possível correlação com outras variáveis.

Ademais, algumas medidas podem ser adotadas para amenizar os efeitos do aumento da temperatura que vêm ocorrendo a nível global, como por exemplo a ampliação da cobertura vegetal, principalmente nos centros urbanos para atenuar o efeito das ilhas de calor e melhorar o conforto térmico (Junior e Lima, 2007). A construção de parques, praças e canteiros, implementação de espelhos d'água e telhados verdes são medidas que além de agregarem valor estético, diminuem a poluição, favorecem a biodiversidade e amenizam o microclima do ambiente (Silva, 2015).

Características pedológicas

Fragmentos de floresta semidecidual e floresta úmida abrigados em planaltos rompem a continuidade da Caatinga. Platôs isolados entre 650 e 700 m de altitude cobrem menos de 10% do estado do Rio Grande do Norte (Farr *et al.*, 2007). Tais planaltos apresentam topos planos com encostas íngremes e cornijas de dezenas de metros que indicam o recuo paralelo de suas encostas (Arai, 2000). Tradicionalmente, áreas elevadas no Nordeste do Brasil estão associadas a movimentos tectônicos positivos durante o Cenozóico (Lima e Nolasco, 2015; Maia e Nascimento, 2018). Apesar da história tectônica recente e atormentada do Nordeste do Brasil, não há evidências de curvatura e ruptura de montanhas (Angelim *et al.*, 2006; Corrêa *et al.*, 2010). Além disso, a coincidência altimétrica do planalto sugere que os planaltos são remanescentes de uma antiga superfície achatada (Ab' Saber, 2003), equivalente à superfície sul-americana no Sudeste do Brasil.

Os solos encontrados na Serra de Santana são classificados como Latossolos Amarelos Distróficos psamíticos, Neossolos Quartzarênicos Órticos latossólicos e Plintossolos Pétricos Litoplínticos típicos (Tabela 3).

Tabela 3: Propriedades químicas e físicas dos perfis amostrados

Horizonte	Profundidade	H ₂ O pH	KCl pH	P _M	K ⁺	Na ⁺
	cm			----- mg dm ⁻³ -----		
SP1 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico						
Af	0-15	5.07	4.15	6.1	60	12.7
ABf	15-25	4.66	3.74	2.6	29	4.7
BAf	25-55	4.52	3.72	2.3	31	14.7
Bf	55-65	4.46	3.70	2.0	21	22.7
F	65-220+					
SP2 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico						
Ap	0-10	5.93	5.02	2.9	129	0.58
AB	10-30	5.19	4.25	1.5	77	<0.1
Ab	30-45	5.16	3.89	2.1	69	0.58
Bw1	45-70	4.94	3.91	1.4	61	<0.1
Bw2	70-150	4.62	3.91	1.0	45	<0.1
Bw3	150-220+	4.40	3.95	0.8	29	<0.1
SP5 - Hyperdystric Regosols (Anoarenic, Ochric)/ NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico						
A	0-5	5.10	4.21	3.8	27	<0.1
C1	5-20	4.55	3.94	1.0	3	<0.1
C2	20-40	4.50	3.95	1.5	<0.1	<0.1
C3	40-150	4.69	3.97	1.2	<0.1	<0.1

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 3.1: SP1 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico

Horizonte	Profundidade	Ca ²⁺	Á	Al ³⁺	H+Al	SB	ECEC	CEC	V	M	C	N	Porosidade total	Água disponível
	Cm	----- cmole dm ⁻³ -----							----- % -----					
Af	0-15	2.16	0.71	0.18	4.1	3.08	3.26	7.18	43	6	1.68	0.11	0.45	0.21
ABf	15-25	0.61	0.29	0.83	3.8	0.99	1.82	4.79	21	46	1.22	0.09	0.43	0.23
BAf	25-55	0.49	0.25	0.92	4.2	0.88	1.80	5.08	17	51	1.15	0.08	0.40	0.21
Bf	55-65	0.23	0.12	1.57	4.6	0.50	2.07	5.10	24	76	1.15	0.08	0.38	0.19
F	65-220+													

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 3.2: SP2 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico

Horizonte	Profundidade	Ca ²⁺	Á	Al ³⁺	H+Al	SB	ECEC	CEC	V	M	C	N	Porosidade total	Água disponível
	cm	----- cmole dm ⁻³ -----							----- % -----					
Ap	0-10	2.00	0.46	<0.1	2.3	2.79	2.79	5.09	55	<1	1.24	0.07	0.63	0.42
AB	out/30	1.12	0.30	0.28	3.3	1.62	1.90	4.92	33	15	0.62	0.05	0.68	0.50
Ab	30-45	1.22	0.26	0.19	2.5	1.66	1.85	4.16	40	10	0.54	0.04	0.59	0.39
Bw1	45-70	0.77	0.16	0.28	2.5	1.09	1.37	3.59	30	20	0.31	0.03	0.59	0.38
Bw2	70-150	0.74	0.16	0.57	2.7	1.02	1.59	3.72	27	36	0.23	0.03	0.47	0.22
Bw3	150-220+	0.49	0.13	0.85	3.1	0.69	1.54	3.79	18	55	0.08	0.02		

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 3.3: SP5 - Hyperdystric Regosols (Anoarenic, Ochric)/ NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico

Horizonte	Profundidade	Ca ²⁺	Á	Al ³⁺	H+Al	SB	ECEC	CEC	V	M	C	N	Porosidade total	Água disponível
	Cm	----- cmole dm ⁻³ -----							----- % -----					
A	0-5	0.50	0.17	0.20	1.5	0.74	0.94	2.24	33.0	21.3	0.23	0.03	0.65	0.32
C1	5-20	0.17	0.04	0.39	1.5	0.22	0.61	1.72	12.8	63.9	0.15	0.03	0.67	0.31
C2	20-40	0.14	0.03	0.49	1.6	0.17	0.66	1.77	9.6	74.2	0.15	0.04	0.62	0.32
C3	40-150	0.18	0.03	0.99	2.8	0.21	1.20	3.01	7.0	82.5	0.15	0.03	0.55	0.33

Fonte: dados da pesquisa

Esses solos encontrados na Serra de Santana são mais profundos, melhor desenvolvidos, mais lixiviados, mais porosos e possuem até quatro vezes mais água disponível do que os solos típicos das depressões e vales do semiárido brasileiro que predominam no entorno as serra (Araújo, Rivero, Burgos e Marques, 2017). Devido a essas características, na área de estudo é muito comum a prática da fruticultura e também da produção de hortaliças, beneficiadas pelas propriedades físico-químicas presente nos solos.

Hidrografia

O processo de ocupação da Serra de Santana pelos brancos tem-se início em meados do século XVII, porém essa região já era habitada pelos indígenas, que utilizavam a chapada como residência temporária, muito provavelmente nos períodos mais chuvosos, visto que nessa região não existiam fontes de água permanente na qual eles pudessem se abastecer. Em vários pontos da chapada foram encontrados vestígios desses povos, cabanas construídas próximo a lagoa, utensílios domésticos feitos de barro, etc. (Coutinho, 2006).

A ausência de fontes de água permanentes foi também um dos motivos que dificultou o processo de ocupação da serra pelos brancos, que só vem a ser efetivado, com os primeiros habitantes permanentes, após a década de 60 com o fim da guerra do Paraguai. Antes da efetivação das primeiras residências na chapada, esse local era utilizado para o cultivo de mandioca, que abasteciam as fazendas da região. As primeiras casas construídas eram destinadas a produção de farinhas e em sua maioria localizadas no entorno da lagoa e próximas ao desfiladeiro, acompanhando a orla da serra, na parte leste e sul, onde ficavam as nascentes do rio Areia, São Bento, Totoró e Potengi (Coutinho, 2006). A lagoa natural que dá nome ao município (Figura 4), foi uma das únicas fontes de água perene na região da serra nos períodos de estiagem durante o processo de ocupação em meados do século XVII, visto que a maioria dos cursos de água eram de caráter intermitente. Ao lado da Lagoa natural existe uma ETE (Estação de Tratamento de Esgotos), como pode ser visto na figura 4.

Figura 4: Imagem aérea da lagoa natural



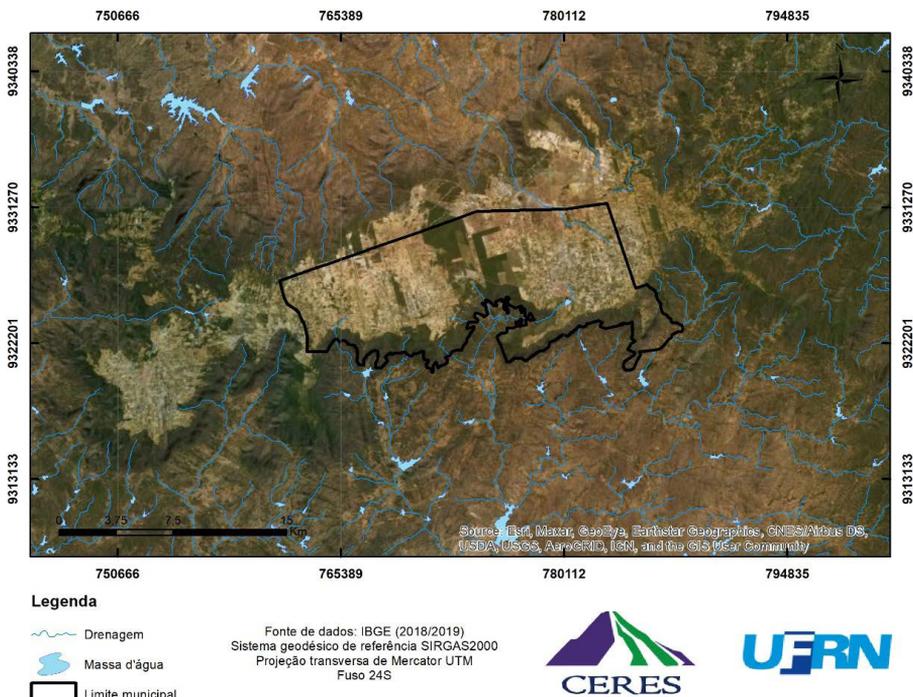
Fonte: Dados da pesquisa

Atualmente as fontes de água subterrânea reforçam o abastecimento do município. No levantamento presente no diagnóstico do Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea de 2005, foi registrado a existência de 47 pontos de água no município, sendo 03 poços escavados e 44 poços tubulares, sendo 11 desses pontos de água localizados em terrenos públicos e 36 em terrenos particulares. Dos poços públicos, 3 encontram-se inativos (não instalados ou paralisados), dos particulares 12 encontram-se inativos ([Serviço Geológico do Brasil, 2005](#)).

Nas proximidades do platô da Serra de Santana as principais bacias hidrográficas encontradas são as do Rio Potengi e do Rio Piancó-Piranhas-Açu. É também na serra que se encontra a nascente do rio Potengi,

importante rio do estado do Rio Grande do Norte. A Serra de Santana funciona como um divisor de águas das bacias hidrográficas do rio Potengi e Piranhas/Açu (Figura 5). Para os rios a partir da borda sul da serra o padrão identificado foi o dendrítico, como pode ser observado através da disposição dos rios que compõem a bacia hidrografia do Piancó-Piranhas-Açú. Já nos drenos situados a partir da borda norte foi identificado o padrão retilíneo a retangular (Barros, 1998).

Figura 5: Mapa de localização das nascentes e bacias hidrográficas encontradas nas proximidades da serra.



Fonte: Dados da pesquisa

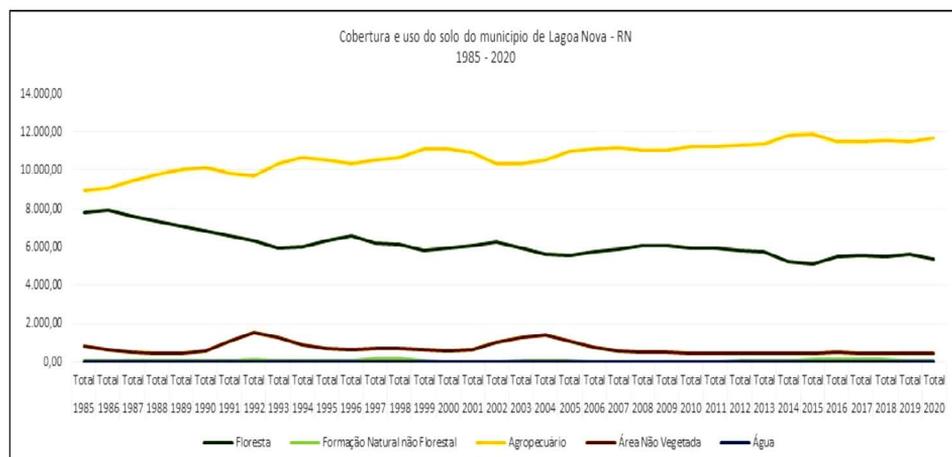
Tendo em vista a importância hídrica da Serra de Santana, medidas que visem a autodepuração da água da lagoa perene, através de métodos físico, químicos e biológicos (Pilon-Smits, 2005; Companhia Ambiental do estado de São Paulo - CETESB, 2013) devem ser levadas a cabo pelos gestores locais, uma vez que um corpo hídrico perene é de fundamental

importância em regiões semiáridas acometidas por estiagens e secas. Da mesma forma, a conservação da flora nas escarpas e matas ciliares, devem ser tomadas como prioridade para a proteção das nascentes de água e dos demais corpos hídricos existentes.

Usos do solo e aspectos da vegetação

O Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil – MapBiomas traz dados referentes a cobertura e uso do solo do município de Lagoa Nova (Figura 6). Através dos dados obtidos foi possível observar a supressão da vegetação nativa do município e o crescimento das áreas destinadas as atividades agropecuárias. Isso corrobora com os dados nacionais do projeto do Mapbiomas, que indicam que nas últimas três décadas a vegetação nativa no Brasil, tem perdido espaço para a agropecuária. De 1985 a 2019 o país perdeu 87,2 milhões de hectares de áreas de vegetação nativa, isso equivale a 10,25% do território nacional.

Figura 6: Gráfico da cobertura e uso do solo no município de Lagoa Nova - RN no período de 1985 a 2020.

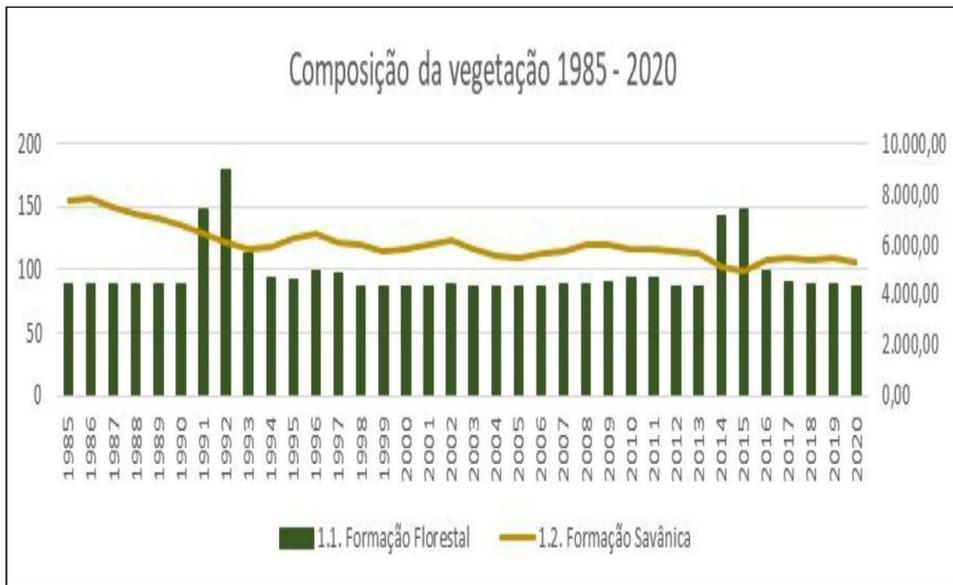


Fonte: Dados da pesquisa

O município de Lagoa Nova no período de 1985 a 2020 perdeu 2.407,78 hectares de áreas de vegetação nativa. Em 1985 o município possuía 7803,08 hectares e em 2020 esse valor cai para 5.395,30 hectares. Ao passo que houve um crescimento de 2.758,87 hectares de áreas ocupadas

pela agropecuária (figuras 6, 8 e 9). Em 1985 o município possuía 8931,78 hectares de áreas destinadas a agropecuária, em 2020 esse valor subiu para 11690,65, um aumento de 15% (Figura 8 e 9). Se observarmos as figuras 06 e 07 é possível perceber que os períodos de maiores perdas de vegetação coincidem com os períodos de maiores crescimentos das áreas destinadas a agropecuária.

Figura 7: Gráfico da composição da vegetação de 1985 – 2020.



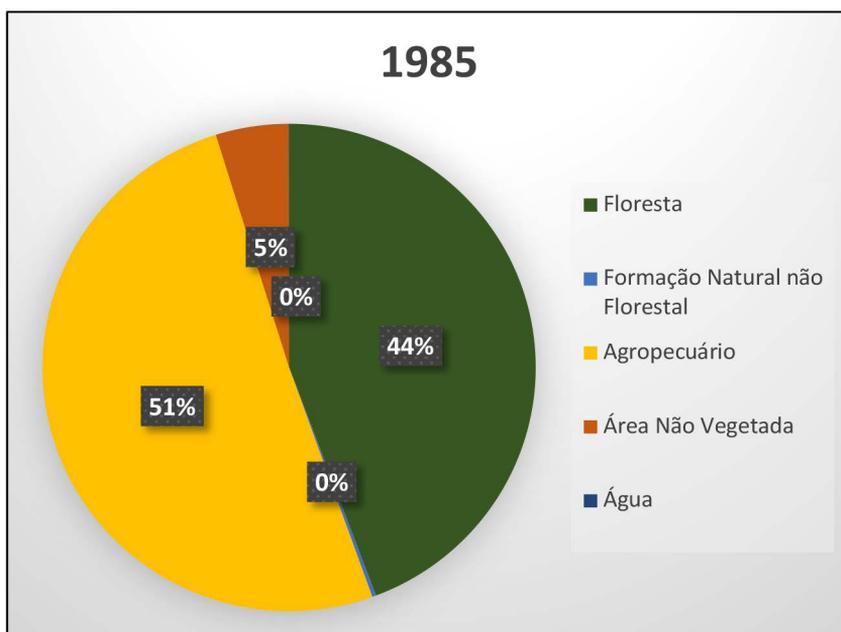
Fonte: Dados da pesquisa

A classe florestas identificada é composta por duas subclasses, como foi abordado anteriormente, formação florestal e formação savânica (Figura 7). Essa subdivisão diz respeito as formações vegetais encontradas na região. Analisando os dados dessas duas subclasses observamos que há uma maior supressão na vegetação do tipo savânica e uma tendência a estabilização da vegetação do tipo florestal, em alguns anos é inclusive possível observar o aumento desse tipo de formação vegetal na região, por exemplo nos anos de 1991 a 1993 e 2014 e 2015. Já a formação savânica observamos um constante decréscimo no total de áreas ocupadas, principalmente entre os anos de 1986 a 1993 e 2002 a 2005. Nos anos

seguintes tivemos uma oscilação entre, anos consecutivos de supressão da vegetação, seguidos por alguns períodos de uma pequena regeneração.

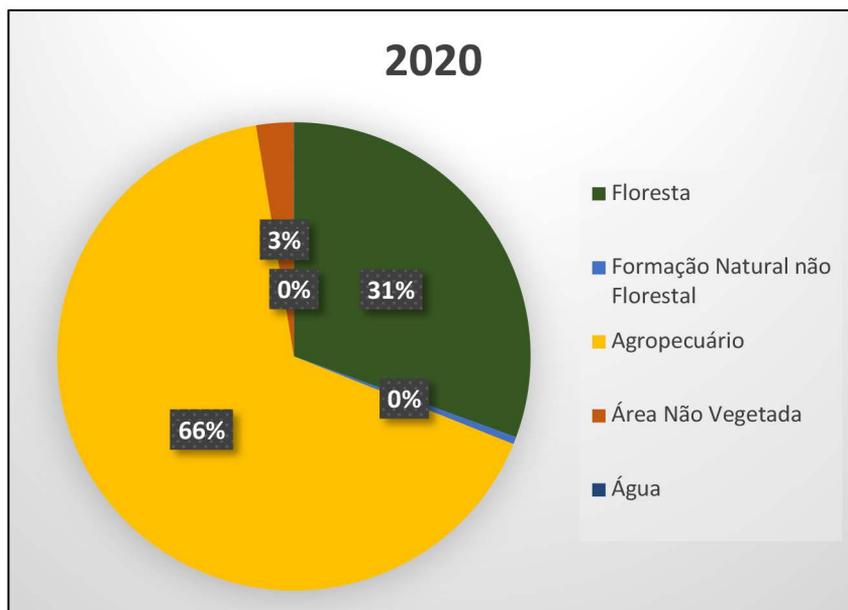
Produzir alimentos e energias renováveis sem gerar grandes impactos ao meio ambiente além de proporcionar qualidade de vida para as populações e redução da pobreza é um dos grandes desafios da atualidade. A resposta pra isso pode ser encontrada na própria natureza. Através, por exemplo, da utilização das soluções baseadas na natureza – SBN, que podem ser utilizadas na adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, na redução de risco de desastres, degradação dos ecossistemas e perda da biodiversidade garantir a segurança hídrica e segurança alimentar, saúde humana e o desenvolvimento social e econômico ([International Union For Conservation Of Nature And Natural Resources - IUCN, 2020](#)).

Figura 8: Percentual do uso da terra em 1985



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 9: Percentual do uso da terra em 2020.



Fonte: Dados da pesquisa

Algumas ações podem ser adotadas na região, como por exemplo: o manejo a proteção e a restauração das áreas de florestas, a fim de mitigar os efeitos das atividades agropecuárias, a construção de zonas úmidas e da arborização nas áreas urbanas para reduzir os efeitos do aumento da temperatura; o gerenciamento das bacias hidrográficas na serra e seu entorno imediato e a recuperação das nascentes e corpos de água.

Considerações finais

Através da presente pesquisa foi possível constatar que a Serra de Santana possui clima “ameno” em se tratando das condições térmicas, um tipo de solo desenvolvido e apto a infiltração e acúmulo de água e condições hidrográficas de vantagem, como uma lagoa perene, em detrimento da região semiárida onde ela se encontra.

As temperaturas detectadas, com média $\sim 21^{\circ}\text{C}$ e temperaturas mínimas de até 15°C , confirmam a amenidade térmica provocada pelo gradiente vertical de temperatura. Tanto os dados de temperatura quanto os

de precipitação, para a série considerada, não apresentaram tendência de aumento ou diminuição dos seus valores. Porém, é importante destacar que a medição da temperatura se encerrou em 2002, o que compromete uma análise mais detalhada sobre os últimos anos.

Os solos encontrados na serra foram os Latossolos Amarelos Distróficos psamíticos, Neossolos Quartzarênicos Órticos latossólicos e Plintossolos Pétricos Litoplínticos típicos. Esses solos são mais profundos, melhor desenvolvidos, mais lixiviados, mais porosos e possuem até quatro vezes mais água disponível do que os solos típicos das depressões e vales do semiárido brasileiro.

Com relação à hidrografia, foram detectadas diversas nascentes a partir da Serra de Santana, a exemplo da importante nascente do rio Potengi, dentre outras. A quantidade de nascentes nos informa sobre a importância da serra para a região semiárida.

Apesar de possuir condições geográficas privilegiadas a nível de região semiárida, o processo de uso e ocupação do solo acarretou em perdas significativas da vegetação nativa. Essa perda de vegetação deixa os cursos de água desprotegidos, podendo resultar em problemas como o assoreamento, aumento da turbidez das águas, o desequilíbrio do regime das cheias, solos expostos susceptíveis a erosão e a própria perda da biodiversidade da serra. Além disso, a perda de vegetação ocasiona o aumento das temperaturas implicando na sensação térmica, principalmente nos centros urbanos, visto que a mesma influência na condição higrotérmica.

Os aspectos climáticos, pedológicos, hídricos e de vegetação estão intimamente relacionados entre si, bem como com as atividades humanas, de tal forma que interferindo em um desses elementos, há repercussões nos demais. Assim, por meio dos dados apresentados e discutidos com a literatura existente, revela-se a importância da gestão racional e sustentável do uso e ocupação do solo tanto nas áreas urbanas quanto rurais da Serra de Santana. Nesse sentido, este trabalho traz informações importantes que poderão ser trabalhadas na elaboração de um zoneamento ambiental e ecológico-econômico – ZEE, que são instrumentos obrigatoriamente seguidos na implementação de planos, obras e atividades públicas e privadas, com o objetivo de proporcionar o uso sustentável dos recursos naturais e o equilíbrio dos ecossistemas existentes, visto que o ZEE estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade

ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população.

Referências

- Ab'sáber, A. N. (2003). Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial. *InterEspaço: Revista De Geografia E Interdisciplinaridade*, 4(13), 269–274. <https://doi.org/10.18764/2446-6549.v4n13p269-274>
- Angelim, L. A. de A. (2006). (Org.). Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte: texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM; FAPERN.
- Aprígio, T. R. M., Faria, R. M., Lucena, R. L., Souza, S. F. F., Cardozo, A. S. e Silva, A. D. G. (2019). Mapeamento da aridez no estado do Rio Grande do Norte. En: Lidriana de Souza Pinheiro; Adryane Gorayeb. (Org.). *Geografia física e as mudanças globais*. (pp. 1-12). Fortaleza: UFC.
- Arai, M.; Branco, P. de M. (2018). Sobre o uso dos termos geocronológicos e cronoestratigráficos. *Terrae Didactica*, Campinas, SP, v. 14, n. 3, p. 217–224. DOI: [10.20396/td.v14i3.8651816](https://doi.org/10.20396/td.v14i3.8651816).
- Araújo Filho, J. C., Ribeiro, M. R., Burgos, N., Marques, F. A. (2017). Solos da Caatinga. En: Curi, N., Ker, J.C., Novais, R.F., Vidal-Torrado, P., Schaeffe, C.E.G.R. (Eds.). *Pedologia - Solos Dos Biomas Brasileiros*. (pp. 227–260). Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Barros, S. D. S. (1998). *Aspectos morfo-tectônicos nos platôs de Portalegre, Martins e Santana/RN*. (Dissertação de Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.
- Cavalcanti, I. (2009). (Org.). Tempo e clima no Brasil. Oficina de Textos. Companhia Ambiental do estado de São Paulo. (2013). *Manual de cianobactérias planctônicas: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais*. Maria do Carmo Carvalho (Org). CETESB.

- Conti, J. B. (2008). O conceito de Desertificação. *CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem*, 3 (2), 39-52.
- Corrêa, A. C. B.; Tavares, B. A. C.; Monteiro, K. A.; Cavalcanti, L. C. S. e Lira, D. R. (2010). *Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema*. Revista do Instituto Geológico, 31, 35-52.
- Coutinho, J. (2006). *História de Lagoa Nova por Joaquim Coutinho*. Currais Novos: tipografia Padre Ausônio Ltda.
- Donagema, G. K. (2011). Manual de métodos de análise de solos / organizadores, Guilherme Kangussú Donagema... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos. 230 p. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 132).
- Donagema, G. K.; Campos, D. V. B. de; Calderano, S. B.; Teixeira, W. G.; Viana, J. H. M. (2011). (Org.). Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- Estrela, M. J. A. Valiente, A., Corell, D. e Millán, M. M. (2008). Fog collection in the western Mediterranean basin (Valencia region, Spain). *Atmospheric Research*, 87 (3) 324–337. Doi:[10.1016/j.atmosres.2007.11.013](https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2007.11.013).
- Farr, T. G., et al. (2007), The Shuttle Radar Topography Mission, *Rev. Geophys.*, 45, RG2004, doi:[10.1029/2005RG000183](https://doi.org/10.1029/2005RG000183).
- Galvani, E. (2005). Métodos e técnicas de quantificação em Geografia. In: Venturi, L. A. B (Org). *Praticando Geografia: Técnicas de Campo e Laboratório*. 1a. ed. São Paulo: Oficina de Textos. v. 1. 239 p.
- Instituto Água e Saneamento. (2021). Municípios e Saneamento. <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/>. IAS.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). Cidades e Estados. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/lagoa-nova.html>. IBGE.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2012). *Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências 1*, 2ª edição revista e ampliada. IBGE.
- Instituto Água e Saneamento. (2021). Municípios e Saneamento. <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/rn/lagoa-nova>. IAS.

- International Union For Conservation Of Nature And Natural Resources. (2020). *Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. IUCN.
- Junior, J. H. de A., e Lima, A. M. L. P. (2007). Uso de árvores e arbustos em cidades brasileiras. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. 2 (4), 50-66.
- Lima, C. C. U.; Nolasco, M. C. (2015). Chapada Diamantina: A Remarkable Landscape Dominated by Mountains and Plateaus. In: *Landscapes and Landforms of Brazil*. Netherlands: Springer.
- Lima, R.C.C.; Cavalcante, A.M.B. e Marin, A.M.P. (2011). *Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro*. Instituto Nacional do Semiárido.
- Lucena, C. Y. S., Santos, D. J. R., Silva, P. L. S., Costa, E. D., Lucena, R. L. (2018). O reúso de águas residuárias como meio de combate à seca em uma cidade no semiárido do Nordeste brasileiro. *Revista de Geociências do Nordeste (REGNE)*, 4, 01-17.
- Lucena, R. L., Cabral Junior, J. B. e Steinke, E. T. (2018). Comportamento hidroclimatológico do estado do Rio Grande do Norte e do município de Caicó. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 33, 485-496. <https://doi.org/10.1590/0102-7786333008>.
- Łupikasza, E. e Szypuła, B. (2019). Vertical climatic belts in the Tatra Mountains in the light of current climate change. *Theoretical and Applied Climatology*, 136, 249–264.
- Maia, R. P., & Nascimento, M. A. L. do. (2018). Relevos graníticos do nordeste brasileiro. *Revista Brasileira De Geomorfologia*, 19(2). <https://doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1295>
- MapBiomias. (2021). Projeto – Coleção 6.0 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. <https://mapbiomas.org/>
- Medeiros, J. F. de. (2016). Da Análise Geossistêmica à Serra dos Martins: Contribuição Teórico Metodológica aos Brejos de Altitude. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.
- Medeiros, J. F. e Cestaro, L. A. (2018). Os Brejos de Altitude no contexto das Áreas de Exceção do Nordeste brasileiro. *Revista de Geociências do Nordeste*. 4 (nº Especial), 127-246.

- Pilon-Smits, E. (2005), Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology*. 56, 15-39.
- Porto, K. C., Cabral, J. J. P. e Tabarelli, M. (2004). *Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação Brasília*: Ministério do Meio Ambiente.
- Rodrigues, L. O., Souza, W. M., Costa, V. S. O. e Pereira, M. L. T. (2017). Influência dos eventos de El Niño e La Niña no regime de precipitação do Agreste de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 10 (6), 1995-2009.
- Sá, I. B. e Silva, P. C. G. da. (2010). Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. EMBRAPA Semiárido
- Santana, M. O. (2007). (Org). *Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil. Brasília*. Ministério do Meio Ambiente.
- Santos, H. G. dos; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C. dos; Oliveira, V. A. de; Lumberras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A. de; Araujo Filho, J. C. de; Oliveira, J. B. de; Cunha, T. J. F. (2018). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa. E-book: il. color. E-book, no formato ePub, convertido do livro impresso. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181677/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358172.epub>
- Serviço Geológico do Brasil. (2005). *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Lagoa Nova, estado do Rio Grande do Norte / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas et al. Recife*. CPRM/PRODEEM.
- Silva, C. S. G. (2015). Direito à arborização urbana. *Revista Jus Navigandi*. 20 (4211).
- Souza, M. J. N. e Oliveira, V. P. V. (2006). Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do Nordeste brasileiro. *Mercator*. 5 (9), 85-102.
- Tucci, C. E. M. (2002). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. 3ª ed. Porto Alegre: Ed. Da Universidade.
- Valadão, C. E. A., Oliveira, P. T., Schmidt, D. M., Silva, B. K. N., Barreto N. J.C., Correia Filho, W. L. F., Jesus E. S., Lopo, A.B., Santos A. S., Pinheiro, J. U. e Mattos, A. (2010). *Classificação climática da microrregião do Seridó/RN*. En: XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia (Anais), Belém: CBMET.

Vaz, L. e Orlando, P. H. K. (2012). Importância das matas ciliares para manutenção da qualidade das águas de nascentes: diagnóstico do Ribeirão Vai-vem de Ipameri-GO. Revista LAGEA Recuperado de: http://www.lagea.ig.ufu.br/xx1enga/anais_enga_2012/eixos/1035_1.pdf