



L'ANTRO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS ANTRÓPICOS NA AMAZÔNIA
LABORATÓRIO DE ANTROPIZAÇÃO – L'ANTRO

RELATÓRIO DE ESTUDOS ANTRÓPICOS (REA) DO MUNICÍPIO DE CASTANHAL

Castanhal-PA
2025



L'ANTRO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS ANTRÓPICOS NA AMAZÔNIA
LABORATÓRIO DE ANTROPIZAÇÃO – L'ANTRO

EQUIPE CIENTÍFICA DE ELABORAÇÃO

Coordenador da Equipe:

FERNANDES, José Guilherme dos Santos -
Doutor em Letras; Professor Titular (UFPA);
Pesquisador Produtividade em Pesquisa
(CNPq); Coordenador do PPGEEA (UFPA);
Membro do Conselho de Defesa do Meio
Ambiente de Castanhal / CMMA (PA)

Equipe Técnica:

SILVA, A. L. P. - Doutor em Agronomia
GUIMARÃES, P. H. V. - Mestrando em Eng. Elétrica
CHAGAS, G. P. S. - Bacharel em Eng. Florestal
OLIVEIRA, D. R. S. - Graduanda em Eng. da
Computação
ASSIS, G. N. - Graduando em Eng. da Computação
SOUSA, V. S. F. - Graduando em Eng. da Computação
NASCIMENTO, K. W. S. - Graduando em Eng. da
Computação
TORRES, K. F. P. - Mestra em Estudos Antrópicos na
Amazônia
SILVA, M. H. O. - Graduando em Eng. da Computação

SUMÁRIO

Identificação	4
Contexto histórico-cultural e socioeconômico	6
Caracterização ecológica	12
Impactos ambientais	27
Proposições sustentáveis	44
Conclusões	57
Referências	60

1. IDENTIFICAÇÃO

Este relatório de pesquisas é produzido pelo Laboratório de Antropização (L'ANTRO), grupo de estudos e pesquisas vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos na Amazônia (PPGEAA), da Universidade Federal do Pará (UFPA), do Campus de Castanhal. Este grupo de pesquisas está registrado no Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), do governo federal brasileiro, no endereço: www.dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/4720389866466096.

Teve como foco demandas e questões sociohistóricas e culturais, socioeconômicas e socioambientais do município de Castanhal, onde se localiza o L'ANTRO, e tem por princípio a necessária devolutiva social que é apanágio de uma instituição de ensino superior, como a UFPA. Temos o intuito de que os dados e proposições aqui discriminadas possam auxiliar gestores e legisladores municipais na criação e execução de políticas públicas que considerem a ciência como conhecimento aplicado às realidades, para o bem comum social. Também esperamos que os órgãos de controle e fiscalização das ações públicas assim o possam utilizá-lo.

1.1 Área de Pesquisa

Mesorregião Metropolitana de Belém

Parque Ambiental de Castanhal

Bacia do Rio Apeú

Área Urbana de Castanhal

1.2 Objetivo geral

Produzir relatório do contexto histórico e estado atual nos âmbitos social, cultural e ambiental do município de Castanhal do decorrer do ano de 2024, a fim de prover suporte a futuras pesquisas e políticas públicas que tenham como foco a área de pesquisa em múltiplos aspectos que a caracterizam, tendo como foco uma análise interdisciplinar da conjuntura atual.

1.3 Objetivos específicos

- a) Gerar dados ambientais e antrópicos em relação aos usos ecológicos e ocupações humanas em Castanhal, em consideração aos preceitos dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável;
- b) Auxiliar na construção de políticas públicas e na elaboração e execução de projetos de gestão do território;
- c) Constituir banco de dados e de indicadores e acervo de registros audiovisuais e escritos relativos às realidades pesquisadas.

2. CONTEXTO HISTÓRICO-CULTURAL E SÓCIO-ECONÔMICO

2.1 Contexto Histórico e Cultural

Há humanos/as na Amazônia desde o Pleistoceno, considerando-se datação na Caverna da Pedra Pintada, em Monte Alegre (PA), que indicou antropização em torno de 11.500 anos BP (ROOSEVELT et al., 1996). Neves aponta o início de manejo agrícola pelos indígenas da região em torno de 5.500 anos, a partir do estudo de terras pretas em Rondônia, sendo o uso destas disseminado pelo vale a partir de 3 mil anos BP (NEVES, 2022). Esta materialidade é índice de antropização por representar o manuseio agrário por comunidades ameríndias, com a deposição de materiais biológicos e cerâmicos em mounds, sendo sua distribuição muito ampla por toda a região, conforme a pesquisa arqueológica nos mostra.

Se há presença de populações autóctones há tanto tempo na Amazônia, por que há lacunas de pesquisas que implicam no desconhecimento total de vastas regiões em que estas populações habitavam e produziam modos de sobrevivência e de conhecimentos? Este desconhecimento tem levado à omissão da existência de comunidades ecológicas adaptadas ao tempo e espaço locais, e que correm o risco de desaparecerem antes que sejamos capazes de monitorar suas transformações em vista das mudanças ambientais (CARVALHO et al., 2023). Mesmo comunidades e assentamentos humanos aparentemente bem estudados, como na Amazônia Oriental, particularmente o Nordeste do Estado do Pará, a partir da segunda metade do século XX, sofrem com a invisibilização implementada com o desenvolvimentismo aplicado à região a partir dos anos 1960, como é o caso de quilombolas e indígenas: vale destacar que há duas comunidades de afrodescendentes em Castanhal, que são Macapazinho e São Pedro, e ainda existência de sítios arqueológicos na bacia do rio Apeú, como na vila de Boa Vista e de Macapazinho.

O município de Castanhal está localizado no estado do Pará, com uma área territorial de 1.029,300 km², o que corresponde a 0,08% da área total do território paraense. Pertence a região de integração Guamá e segundo a divisão geográfica regional, elaborada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o município está inserido na mesorregião Metropolitana de Belém e microrregião de Castanhal e na região geográfica intermediária de Castanhal e na região imediata de Castanhal e está a aproximadamente 68 km de distância da capital paraense. Sua sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: uma latitude de 1° 17' 50" Sul e longitude de 47° 55' 20" Oeste.

Seus limites são ao norte com o município de Terra Alta, a leste com São Francisco do Pará e Santa Maria do Pará, ao sul com Inhangapi e São Miguel do Guamá e a oeste com Santa Izabel do Pará, Santo Antônio do Tauá e Vigia.

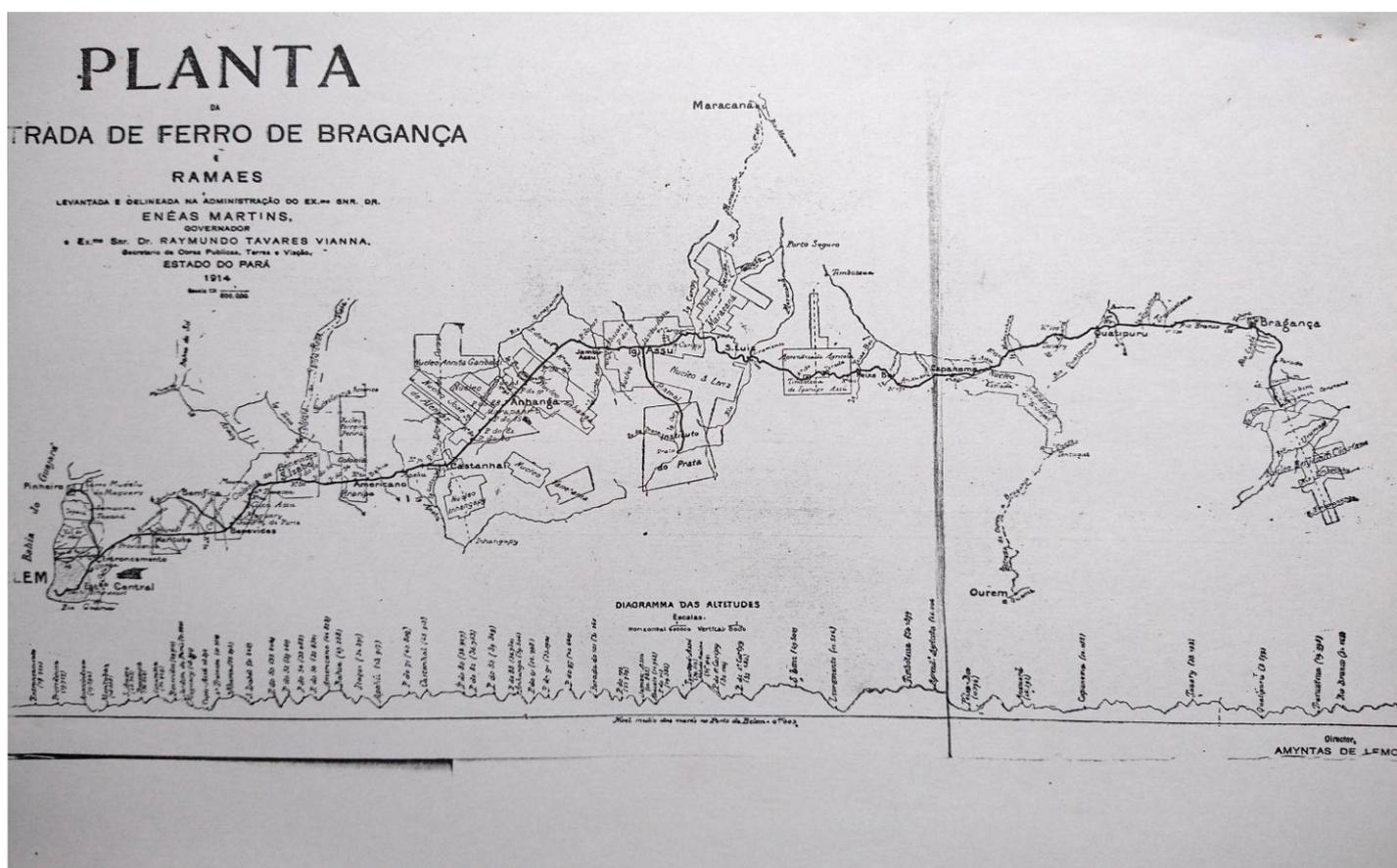
Mesmo com estas informações, carecemos de pesquisas atuais para constatarem-se as transformações socioambientais geradas pelo avanço do agronegócio e pela forte antropização em meios urbanos, além das mudanças climáticas, como é o caso de nosso município, no Nordeste do Pará, que registra uma das mais acentuadas urbanizações do Estado. Apresenta 186,78 habitantes por Km², ficando em 6º lugar em maior densidade do Pará (IBGE Cidades, 2022). Castanhal é uma das primeiras fronteiras de colonização e tensão fundiária da Amazônia, juntamente com a região da Transamazônica, o que foi acelerado com a instalação de rodovias a partir dos anos de 1960: a BR-316 (Maceió- Belém) e BR-010 (Belém-Brasília) – ambas recortando o Nordeste do Pará e cruzando a cidade de Castanhal, instituindo um tronco rodoviário – e a BR-230 (Cabelo-Lábrea) – cortando a Amazônia de leste a oeste e passando pelas regiões sudeste e centro-oeste do Pará. É significativo dizer que nestas regiões de estabelecimento de rodovias coincide com o intitulado “arco de fogo”, ou seja, grandes áreas na Amazônia de desmatamento e queimadas, muitas decorrentes de atividades agrícolas do agronegócio da soja e do gado, o que compreende o leste e sul da Amazônia Legal.

A cidade de Castanhal surge com o primeiro grande boom econômico da Amazônia, a economia da borracha, que inicia em fins do século XIX e se estende até por volta de 1910. Neste momento, com a alta do látex no mercado internacional, o governo do Pará estimula a vinda de imigrantes para colonizarem o eixo e as transversais da estrada de ferro que ligava a cidade de Belém à cidade de Bragança, em torno de 200 Km, que se distribuíam de leste a oeste do Nordeste do Pará. Desconsiderando-se a existência de povos originários indígenas – nas calhas dos principais rios da região – e ainda de populações quilombolas – principalmente nos rios localizados na metade centro-sul da região, na bacia do rio Guamá –, assentaram-se estrangeiros e nacionais do nordeste do Brasil em lotes agrícolas que depois geraram cidades e agrovilas – Apeú, Castanhal, São Francisco, Jambu-Açú, Igarapé-Açú, Nova Timboteua, Peixe-Boi e Capanema –, pondo-se em choque e disputa autóctones e alóctones, seja pela disputa territorial, seja pelo uso divergente das práticas agrícolas e de subsistência. Dessa feita, fadaram-se as populações às misturas interétnicas e ao etnocentrismo, que impôs modelos que discriminaram todo aquele que não se enquadrava no padrão hegemônico de economia e cultura.

O município surge oficialmente em 28/1/1932, mesmo que tenha sido elevado à categoria de vila em 6/6/1899, pouco depois da chegada dos trilhos

da ferrovia no quilômetro 75 da estrada, em dezembro de 1897. Nos anos que se seguiram, até meados dos anos 1950, o município produziu em boa quantidade algodão, arroz, feijão, mandioca, milho, borracha, fibras diversas, madeira e cana de açúcar, produção esta tocada em boa parte por imigrantes cearenses, estabelecidos nos travessões da estrada de ferro – não deixa de ser significativa também a produção vinda pelos rios que a cortavam, como o Apeú, o Marapanim, o Maracanã, o Peixe-Boi, o Ouricuri, o Quatipuru, o Caeté – e que era escoada pela ferrovia até Belém.

Mapa 1 – Trajeto da Estrada de Ferro Belém-Bragança



Fonte: Ernesto Cruz, 1955

A partir dos anos 1960, com o advento da rodovia Belém-Brasília (o memorialista castanhalense Amilcar Carneiro relata que a frente rodoviária vinda de Belém chega a Castanhal em meados do ano 1958), outra forma de produção econômica se estabelece, com a chegada de imigrantes da região centro-sul do Brasil, notadamente com a extração de madeira e a pecuária extensiva. Esta forma de produção foi a mais impactante do ponto de vista ambiental – acentuou o desmatamento para a plantação de pastagem e para fins madeireiros, além da construção de barragens nos rios, tudo isso provocando o assoreamento dos

antes rios navegáveis – e do ponto de vista cultural – relegou mais ainda os povos e comunidades tradicionais da região à indigência sociocultural, com a tomada de suas terras e com o condicionamento de sua força laboral ao subemprego nas fazendas e plantações extensivas, quando não à condição de marginalização e lupemproletariado.

Imagem 1 – Antiga estação da estrada de ferro em Castanhal, demolida em 1966



Fonte: [www. http://www.estacoesferroviarias.com.br/braganca/castanhal.htm](http://www.estacoesferroviarias.com.br/braganca/castanhal.htm)

2.2 Dados Socioeconômicos

O resultado dessa origem e percurso histórico social e econômico são os preocupantes dados socioeconômicos atuais de Castanhal, que apresentaremos abaixo, segundo o Censo do IBGE Cidades (acesso em 25/2/2025)(BRASIL, 2010), com o seguinte cenário:

a) Em 2022, a população era de 192.256 habitantes e a densidade demográfica era de 186,78 habitantes por quilômetro quadrado, sendo a 6ª população do Pará, com a 6ª densidade demográfica do Estado (entre 144 municípios). No Brasil ocuparia a ordem 157 (população) e 416 (densidade) respectivamente, entre os 5570 municípios. Estes dados denotam que Castanhal pode ser considerada capital regional C, como destino alternativo à região metropolitana de Belém, implicando na minimização de deslocamentos longos por parte da população dispersa no território do Nordeste do Pará. Por isso, Castanhal é uma Região

Imediata de Articulação Urbana nível C com a capital do Estado (os outros tipos são Articulação Ampliada-A e Articulação Intermediária-B), a exemplo de Rio Branco (AC), Boa Vista (RR) e Macapá (AP), e ainda as cidades de Santarém e Marabá, no Pará, o que denota que Castanhal colabora deveras para a coesão regional, sendo polo de comércio e serviços determinante para a região de entorno, e com crescente processo de industrialização, particularmente na cadeia de frigoríficos e na produção de açaí.

b) Em 2021, o PIB per capita era de R\$ 22.897,75; no entanto, o salário médio mensal dos trabalhadores formais em 2022 foi de 1,8 salários-mínimos, demonstrando uma grande desigualdade na partilha da riqueza no município, ocupando neste quesito a posição 98 entre os 144 municípios do Pará, com 23,87% de sua população ocupada e percentual de 42,9% da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo [2010]. Esta assimetria entre ricos e pobres no município o coloca com o IDH de 0,673, considerado médio (FAPESPA, 2023), devido a Longevidade (0,800), Educação (0,582) e Renda (0,654). Observa-se claramente que a saúde dos castanhalenses é boa, mas a desigualdade entre per capita e média salarial implica em educação e renda medianas;

c) Em 2010, a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade era de 95,4%. Na comparação com outros municípios do estado, ficava na posição 74 de 144. Em relação ao Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, no ano de 2023, o IDEB para os anos iniciais do ensino fundamental na rede pública era 4,6 e para os anos finais, de 4,4, com média entre estas notas de 4,5. Na comparação com outros municípios do estado, ficava nas posições 67 (inicial) e 39 (final) entre 144 municípios. Já na comparação com municípios de todo o país, ficava nas posições 4790 (iniciais) e 3632 (finais) de 5570. O IDEB no ensino fundamental abaixo da média (a classificação varia de 0 a 10 pontos) retrata que o aprendizado de português e matemática está abaixo da média, com nota 4,71 (pontuação de 0-10) na Prova SAEB (2023) vs. fluxo de 0,94 referente a taxa de aprovação (em cada 100 alunos apenas 6 foram reprovados). Ou seja, a média proficiência – Português com 244,95 e Matemática com 237,91 – corresponde ao nível 5 (225-249 pontos) de aprendizado, mas a aprovação nas escolas é altíssima, o que retrata uma incoerência entre o que é ensinado com o que é avaliado, levando a crer em uma discrepância entre metodologias e conhecimentos ensinados e o que efetivamente é avaliado pelo Ministério da Educação (QEdu, 2023);

d) quanto ao meio ambiente, o município apresenta 36,1% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 16,9% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 13,9% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Quando

comparado com os outros municípios do estado, fica na posição 16 de 144 (esgotamento sanitário), 107 de 144 (domicílio em via pública com arborização) e 9 de 144 (domicílio em via pública com urbanização adequada), respectivamente. Ou seja, quase 3/4 da população não tem esgotamento sanitário dentro dos padrões, o que implica em lançamento de dejetos em cursos d'água que cortam a cidade, como o igarapé Castanhal, o rio Apeú e as nascentes do rio Marapanim, este último importante curso fluvial que corre por vários municípios da região (Castanhal, Igarapé-Açu, São Francisco do Pará, Marapanim, Magalhães Barata e Maracanã), antes de desaguar no oceano Atlântico. Também a canalização de rios tem provocado enchentes na cidade, dado que a largura dos rios é diminuída, as margens são impermeabilizadas e a profundidade é reduzida, como é o caso do igarapé Castanhal: em pesquisa de campo em meados de 2024 pudemos atestar, em conversa informal com morador das margens, que no ano de 2021 houve enchente que alcançou 1,2 metro além do nível do canal, em que foi transformado o curso d'água. Quanto à baixíssima arborização implica em desconforto térmico (ver mais adiante), o que é ampliado pelo abandono de potenciais áreas verdes na cidade que poderiam ser destinadas a parques e jardins urbanos, como a área do antigo Camping Ibirapuera, o Parque Natural da cidade e as margens e nascentes de rios e igarapés com as ainda existentes matas ciliares, que poderiam compor um mosaico de corredores ecológicos.

Por fim, a ínfima existência de domicílios com adequada urbanização somente ratifica a gentrificação da cidade e o privilégio dado às áreas centrais, que historicamente são propriedades de famílias tradicionais e enriquecidas da cidade. Estes dados de caráter socioeconômico apenas indicam que há urgente necessidade de ampliação dos dados e de interpretação dos mesmos, cruzando-se aspectos econômicos (aventados acima) com aspectos ambientais e culturais, o que faremos a seguir.

3. CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA

Neste capítulo, nós faremos a caracterização do ecossistema biótico e abiótico do município de Castanhal, baseados em levantamentos de dados públicos e a partir de pesquisas de campo realizadas por nossa equipe na região.

3.1 Pedologia

A pedologia é o estudo científico do solo no habitat natural. Busca compreender a interação entre os fatores e processos de formação do solo e sua influência nos atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos do solo, além da sua classificação taxonômica (Santos, 2018; PRADO & PRADO, 2022). O solo que classificamos é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2018).

3.1.1 Latossolos e Argissolos

De acordo com Lepsch (2021), as classes de solo de maior expressão no Brasil, destacam-se os Latossolos e Argissolos, que juntos ocupam aproximadamente 56% do território nacional (SANTOS et al., 2018). Os principais fatores de formação dos Latossolos são relevo, clima e tempo. Esses fatores de formação são caracterizados pela intensa intemperização e elevada profundidade efetiva e ocorrem predominantemente nos pontos mais altos da paisagem, onde o fator relevo condiciona a boa drenagem e, associado a pequenas declividades, favorecem a maior infiltração da água (LEPSCH, 2021; SANTOS, 2018; PRADO, PRADO, 2022). Portanto, nesse tipo de solo há necessidade de estarmos atentos ao uso e ocupação, uma vez que, nos últimos 10 anos, foi expressiva a expansão de parcelamentos urbanos na cidade de Castanhal, que é marcada por terrenos mais planos e altos, entremeados por grotões onde abundam as nascentes. Isso é preocupante, pois é necessário um monitoramento anual de acordo com o tipo de solo e variação de precipitação ao longo do ano, o que pode evitar possíveis impactos ambientais na área.

O solo não é apenas o meio essencial para o crescimento de plantas, permitindo assim que a população cada vez maior da Terra seja alimentada, mas também tem inúmeras outras funções, como purificação de fontes de água; como

repositório de biodiversidade da flora e da fauna; como meio de proteger o ambiente mais amplo de uma série de poluentes; e como base sobre a qual repousa a maior parte de nossa infraestrutura construída e antropizada (PANINI et al., 2024). As características usadas para classificação dos solos incluem cor, textura, estrutura, porosidade, consistência, espessura dos horizontes, transição, dentre outras. Aos solos são designados nomes especiais e os perfis semelhantes encontrados subsequentemente em outros locais são designados pelo mesmo nome (ALMEIDA, 2005; IBGE, 2015; SANTOS et al., 2018).

Os solos dominantes no Município de Castanhal, os argissolos amarelo e latossolos amarelo, na maior parte das vezes em associações denominadas de Argissolos Amarelo Distrófico Latossólico e/ou Latossolo Amarelo Distrófico Argissólico, apresentam baixa fertilidade em função de sua formação, logo é preciso ter cuidado no uso e ocupação nos espaços urbanos, principalmente ter-se cuidado com a margens de rios e suas bacias, bem como áreas de solos expostos comumente encontradas no Município de Castanhal -PA, decorrentes de implantação de pastagens que, com o tempo, são abandonadas e surgem voçorocas.

Outras informações importantes para a mensuração da qualidade do solo são os indicadores físicos, químicos, biológicos e, mais recentemente, os indicadores antrópicos. São instrumentos de mensuração importante na qualidade do solo e paisagem. Do ponto de vista físico, os solos na Região do Nordeste paraense, apresentam boa drenagem e aptidão ao uso de maquinários e implementos agrícolas, porém se forem expostos ao clima sem cobertura vegetal são propícios à erosão. Os tipos de erosão mais comuns encontradas nessas áreas é a erosão do tipo laminar, quase imperceptível, pois ocorre pelas retiradas da camada superficial do solo.

3.1.2 Neossolo ou Solo de Várzea

Também na região podemos encontrar o Neossolo, que são popularmente conhecidos pelo nome de Solos de Várzeas, esparsamente localizados ao longo de baixos cursos d'água. Os solos de várzea são solos pouco evoluído do ponto de vista pedológico, ou seja, são solos rasos. São solos férteis, formados nas planícies de inundação de rios e lagos, devido à deposição de sedimentos pelas águas. Caracterizam-se por boa fertilidade, mas podem ter características físico-químicas variadas, dependendo do processo de intemperismo e da drenagem. O que podemos inferir que é necessário um monitoramento no mínimo anual dessas áreas. A seguir apresentaremos algumas características desse solo.

São características dos solos de várzea:

✓ **Fertilidade:**

Geralmente férteis devido à deposição de sedimentos ricos em nutrientes, por exemplos: Bacia do rio Apeú no Município de Castanhal-PA

✓ **Drenagem:**

Podem ter problemas de drenagem, com áreas de inundação e áreas com boa drenagem.

✓ **Composição:**

Podem ser compostos por diferentes tipos de sedimentos (argila, areia, etc.), resultando em características físicas e químicas distintas.

O que foi possível perceber que ao logos dessas áreas (várzea), são necessários estudos mais específicos, pois são áreas mais sensíveis em função de sua característica intrínseca, são áreas sujeitas a possíveis erosões e ocupação por parte de grandes construtoras no Município de Castanhal – PA. Os Solos de Várzea são solos minerais, hidromórficos, com alto conteúdo de material orgânico, pouco evoluídos, constituídos de sedimentos aluviais recentes depositados periodicamente durante as inundações nas margens dos rios e igarapés. Apresentam perfil com horizonte A sobrejacente a camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si, com características físico-químicas diversas em decorrência da heterogeneidade dos sedimentos depositados em diferentes épocas.

As camadas de sedimentos possuem cores cinzentas e escuras, textura argilosa e siltosa, e não apresentam estrutura. Ocorrem em áreas de relevo plano, acompanhando as margens dos cursos d'água sob vegetação de floresta equatorial higrófila de várzea com grande concentração de espécies de palmeiras como o açazeiro (*Euterpe olerácea*, Mart.) e buritirana. No entanto é necessário, a fim de validar algumas informações realizadas por VALE; BORDALO, (2020) e SANTOS (2014) sobre a Bacia do rio Apeú, executar uma caracterização do uso de cobertura do solo nesta bacia, para se subsidiar o manejo adequado bem como o planejamento e ordenamento territorial. Deve-se avaliar as características de qualidade do solo na bacia como, indicadores químicos, físicos, biológicos e antrópicos na região onde estar localizada a bacia do rio Apeú, no Município de Castanhal – PA

3.2 Uso e aptidão do solo

O uso do solo é definido pelo tipo de atividade que o ocupa, sendo as principais formas as instalações urbanas e rurais (agricultura, pecuária, floresta,

entre outros). No uso urbano o solo é considerado como um substrato para instalar construções, o que impermeabiliza grande parte da sua superfície, impede a infiltração da água e a troca de gases com a atmosfera, medidas que praticamente eliminam a manutenção da biota e as atividades de produção do solo.

No Município de Castanhal – PA, os solos do tipo latossolo apresentam boa capacidade do ponto de vista físico, o que é justificativas para muitos empresários para o seu uso na construções civis que ocorrem no nordeste paraense, porem esse uso e ocupação de forma indiscriminada e sem um monitoramento adequado pode trazer várias consequência ambientais danosa, pois normalmente as construtoras ao retirar a camada superficiais do solo deixam uma margem para o aparecimento de problemas como a erosão do tipo laminar (retirada da camada superficial) que citamos anteriormente.

As terras sem aptidão para uso agrícola e construção civil são indicadas para preservação ambiental e somam 120,77 km², o que corresponde a 11,57% da área total. As áreas inaptas para seu uso, normalmente são destinadas à preservação ambiental.

Portanto, sugere-se que as áreas classificadas como inaptas para o uso e ocupação sejam destinadas a área de preservação permanente e destinadas também para os estudos de pesquisas acadêmicas, além de terem seu monitoramento constante em função dos surgimentos de possíveis impactos ambientais como por exemplo: surgimento de erosão do tipo sulco e erosão do tipo voçorocas existentes em algumas áreas, como o Parque Ambiental do Município de Castanhal – PA.

3.3 Vegetação

3.3.1 O contexto geral e de degradação da cobertura vegetal

O município de Castanhal, como citado anteriormente, está localizado no nordeste do estado do Pará, apresenta uma cobertura vegetal altamente alterada devido a séculos de atividades antrópicas. Estima-se que mais de 90% de sua vegetação original tenha sido degradada, resultando em uma paisagem dominada por áreas de vegetação secundária em diferentes estágios de sucessão e por pastagens. Estas áreas são consequência da remoção da floresta primária para a implantação de cultivos de subsistência e pastagens ao longo da história da região. Ainda assim, é possível encontrar remanescentes de floresta equatorial subperenifolia densa (classificada pelo IBGE como floresta ombrófila densa) e floresta equatorial higrófila de várzea (floresta ombrófila densa de planície aluvial), que margeiam os cursos d'água (PARÁ, 2012).

Além disso, a área é conhecida pela abundância de orquídeas, especialmente nas agrovilas de Boa Vista e Macapazinho, situadas às margens do rio, o que contribui para a beleza natural da paisagem. No entanto, o crescimento desordenado e a deterioração ambiental, decorrentes da expansão populacional e do uso inadequado do solo ao longo dos 93 anos de história do município, levaram à necessidade de criar ou recuperar espaços verdes que reintroduzam a natureza no meio urbano, altamente suscetível a impactos ambientais.

3.3.2 A Importância das Áreas Verdes Urbanas e a Criação do Parque Natural Municipal de Castanhal.

As áreas verdes urbanas são indicadores de qualidade de vida, conscientização ambiental e respeito ao meio ambiente. Em Castanhal, a Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA), em parceria com a 6ª Promotoria do Meio Ambiente do Estado do Pará, solicitou apoio ao IDEFLOR-Bio para avaliar a viabilidade de criação de uma Unidade de Conservação (UC) em uma área conhecida como "Bosque Florestal" (Imagem 2). E em 8 de maio de 2018, o município de Castanhal criou o Parque Natural Municipal de Castanhal nesta área, com aproximadamente 15,255 hectares, localizado no antigo Horto de Castanhal.

Imagem 2 – Vista aérea do Parque Natural de Castanhal



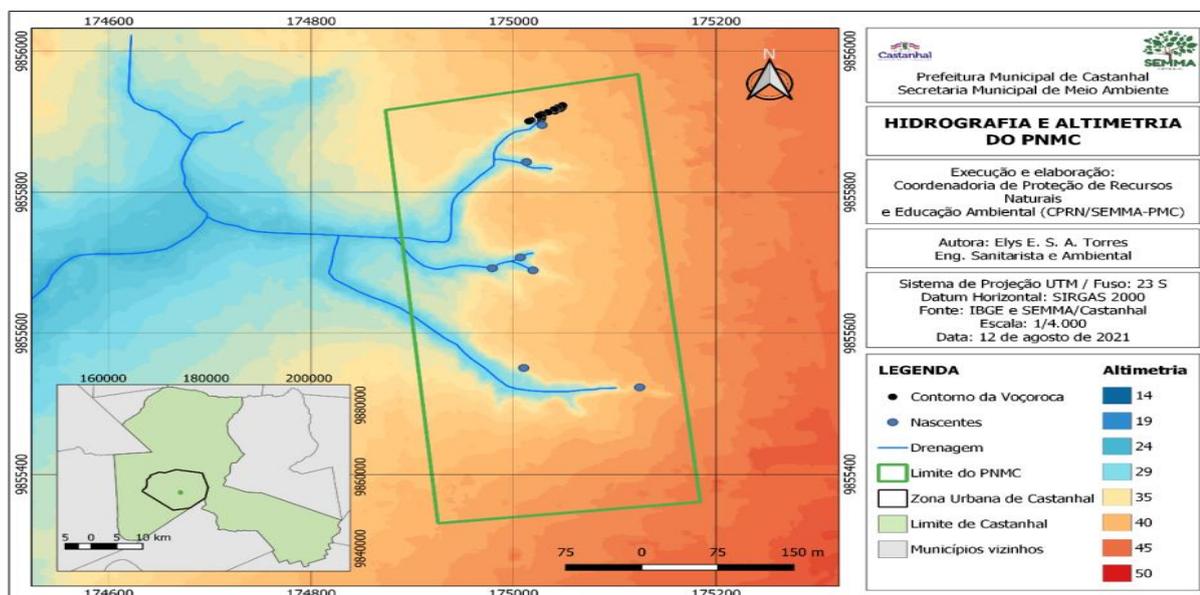
Fonte: Os Autores

Essa área, localizada no centro urbano de Castanhal, é considerada um dos últimos remanescentes florestais da cidade e do município, abrigando um ecossistema rico em biodiversidade, incluindo espécies ameaçadas de extinção,

como a Castanheira (*Bertholletia excelsa*), Samaumeira (*Ceiba pentandra*) e Pau-brasil (*Caesalpinia echinata*). Além disso, a área conta com 37 famílias de espécies nativas e plantadas, como mogno, andiroba, cedro e jatobá, de alto valor comercial e muito cobiçadas por madeireiros. O parque está inserido na área de endemismo de Belém e é composto por um remanescente de floresta ombrófila densa de terra firme, áreas em estágio inicial de regeneração e florestas plantadas. Essa área é de grande relevância para a mitigação dos efeitos da urbanização, como desmatamento, invasões, poluição e ruídos, além de contribuir para a preservação dos recursos hídricos, do solo e da biodiversidade (DA SILVA, 2017).

A presença de várias nascentes de rio (Mapa 2), que são ecossistemas de preservação permanente por lei, reforça a importância da área para a conservação ambiental. Geograficamente, a área proposta para a criação da Unidade de Conservação está situada entre as coordenadas $01^{\circ}18'12,67''$ S e $47^{\circ}55'8,09''$ W, na zona urbana de Castanhal, abrangendo os bairros de Santa Lídia (conhecido como Bairro Milagre) e Pirapora. Localizada a aproximadamente 600 metros da BR-316, a área é limitada pela Rua Padre Salvador Tracaioli, Rua São João e Rua Maximino Porpino. A rede hidrográfica da região é composta por dois córregos que cortam o terreno, e pelo menos mas o acentuado processo erosivo e a queima de lixo doméstico têm causado a perda de vegetação, incluindo indivíduos de castanheira e espécies de palmeiras nativas.

Mapa 2 – Nascentes e Hidrografia do Parque Natural de Castanhal



Fonte: Plano de Manejo, IDEFLOR

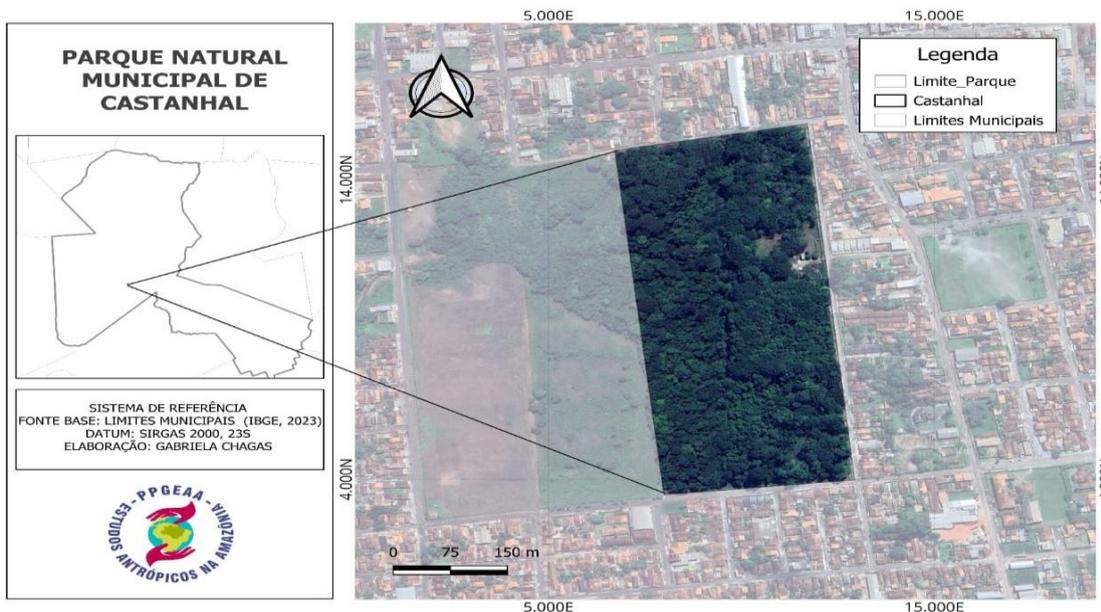
No levantamento florístico realizado no Parque Municipal de Castanhal, destacam-se as famílias Fabaceae (21 espécies), Arecaceae (6), Meliaceae (6),

Lecythidaceae (5), Malvaceae (5), Salicaceae (3), Urticaceae (3), Apocynaceae (3), Burseraceae (3) e Chrysobalanaceae (3) (MONTEIRO, UCHÔA, 2024). A família Fabaceae, uma das mais representativas em áreas tropicais, é conhecida por sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico e por sua interação com organismos na regulação do ecossistema. Dentro do parque, os gêneros *Tachigali* e *Inga* são abundantes em áreas de regeneração e próximos a nascentes (DANTAS et al., 2021; SILVA e LIMA, 2007). A família Arecaceae, a segunda mais representativa, inclui espécies como *Euterpe oleracea*, *Astrocaryum vulgare* e *Mauritia flexuosa*, que se adaptam a diferentes ambientes e estratégias de sobrevivência (CLEMENT; LLERAS; LEEUWEN, 2005; SILVA et al., 2021). Já a família Meliaceae, com espécies como *Swietenia macrophylla* e *Cedrela odorata*, é amplamente utilizada para fins madeireiros e não madeireiros, como medicinais e cosméticos, embora algumas de suas espécies estejam ameaçadas de extinção (OLIVEIRA et al., 2019).

A família Lecythidaceae também se destaca, com espécies como a *Castanheira* (*Bertholletia excelsa*), criticamente ameaçada de extinção, e outras como *Couratari guianensis* e *Eschweilera coriacea*. Além disso, outras famílias, como Euphorbiaceae, Rutaceae e Myristicaceae, apresentam espécies de grande importância cultural, econômica e ecológica para a comunidade local, como a *Seringueira* (*Hevea brasiliensis*), o *Pau-amarelo* (*Euxylophora paraenses*) e a *Ucuíba* (*Virola surinamensis*) (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, 2008). Entre as espécies hiperdominantes na flora arbórea da Amazônia, destacam-se *Eschweilera coriacea*, *Euterpe oleracea* e *Hevea brasiliensis* (STEEGE et al., 2013). A fitofisionomia do parque é caracterizada por floresta ombrófila densa de terra firme e floresta de várzea, com a presença de espécies endêmicas e ameaçadas, como o *Pau-amarelo* (*Euxylophora paraenses*) e a *Virola* (*Virola surinamensis*).

A mancha florestal densa dentro dos limites do parque (Imagem 3), representada em verde escuro, indica a presença de vegetação preservada, enquanto as áreas adjacentes mostram um padrão urbano consolidado, com quadras residenciais e vias de acesso. A legenda identifica os principais elementos mapeados, incluindo os limites do parque e do município, permitindo a contextualização espacial da unidade de conservação. A escala gráfica e as coordenadas geográficas reforçam a precisão do levantamento. Este mapeamento é essencial para análises ambientais, planejamento urbano e estratégias de conservação, auxiliando na proteção dos recursos naturais remanescentes e na integração do parque com a cidade.

Imagem 3 – Mapa de delimitação do Parque Natural Municipal de Castanhal no Ano de 2023.



Fonte: Autores (2025).

A criação de Unidades de Conservação, como o Parque Natural Municipal de Castanhal, é essencial para a preservação da biodiversidade e dos recursos naturais, especialmente em áreas urbanas sujeitas a intensa pressão antrópica. A proteção dessas áreas não só contribui para a conservação de espécies ameaçadas, mas também promove a qualidade de vida e a conscientização ambiental da população. A implementação de políticas públicas eficazes, como o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), é fundamental para garantir a sustentabilidade desses ecossistemas e o bem-estar das gerações futuras.

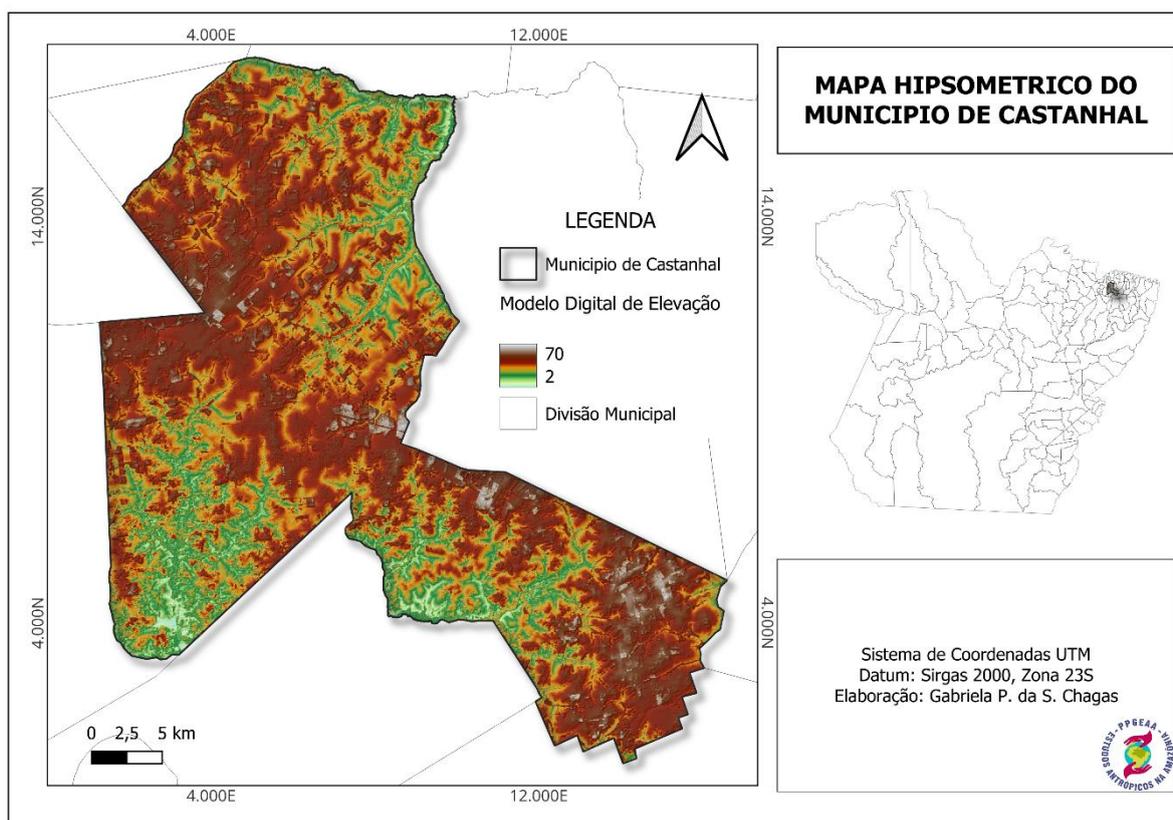
3.4 Relevo e Cursos d'Água

A topografia do município não conta com expressivos acidentes geográficos, e apresenta uma altitude média de 33 metros, sendo a cota na sede municipal de 50 metros, observam-se áreas de planícies na porção norte e nordeste e tabuleiros, que é um relevo que se encontra nas formas plana a suave ondulado distribuído por todo o município.

Esses tipos de relevo são Planícies: são formas de relevo de baixa altitude, formadas por vastas áreas planas e pouco acidentadas. Essas formas de relevo estão comumente associadas ao processo geomorfológico de sedimentação, ou seja, são formadas essencialmente pelo acúmulo de sedimentos, notadamente oriundos de

formas mais elevadas de relevo. As planícies são encontradas principalmente ao longo das margens de mares, rios e lagos, o que favorece as construções civis, plantios de forma mecanizada, porém existem sensíveis como a não cobertura do solo, podem causar erosão do tipo laminar em função do impacto da gota da chuva na rampa (solos sem cobertura vegetal com leve inclinação). A erosão laminar é um tipo de erosão que remove a camada superficial do solo pela ação da água da chuva. É um processo que ocorre de forma uniforme e em camadas, sem modificar o relevo do solo de difícil percepção, com a retirada na camada superficial com inúmeros nutrientes do solo que são lixiviados ao longo da rampa com o escoamento superficial(BERTONI; NETO, 2017).

Mapa 3 - Altimetria e hidrografia do município de Castanhal



Fonte: Os Autores

3.4.1 Geologia

A estrutura geológica do município encontra-se situada na bacia sedimentar de Marajó e é composta por sedimentos arenosos e argilosos, podendo incluir níveis carbonosos do terciário e é seguindo a escala de tempo geológico essa

estrutura é datada da era Cenozóico. De acordo com o plano de manejo do município de Castanhal, a cidade está inserido em um dos setores do Planalto Rebaixado Amazônico, onde suas feições geomorfológicas são marcadas pela presença de colinas de topos aplainados e moderadamente dissecados, além da planície sedimentar do Pleistoceno e do Holoceno (Souza, 2012). Também é registrada a ocorrência dominante de tabuleiros ou baixo platôs pediplanados em bom estado de conservação. Via de regra, o relevo do município é plano, com declividade mínima (0 a 3%), mas ainda são registrados setores onde o relevo possui de ondulação suave até ondulação com declividade, variando de aproximadamente 3 a 15% (VALENTE. . . , 2001).

3.4.2 Hidrografia

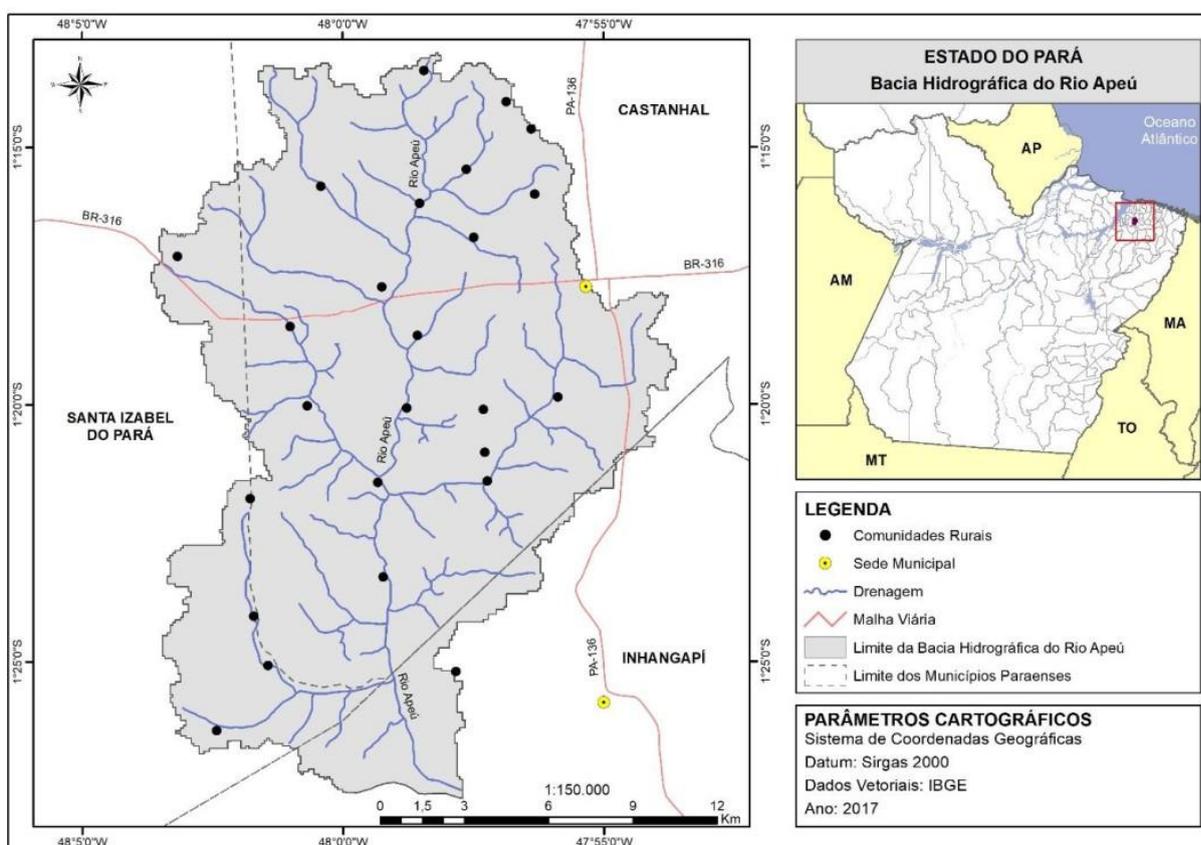
O principal rio do Município é o Inhangapi, que serve de limite parcial entre Castanhal e Inhangapi ao sul. O rio Inhangapi nasce a sudeste do município, é formado por pequenos igarapés e deságua no rio Guamá. Recebe, em seu percurso, pela margem direita, os igarapés Tauari e Pitimandeuá, este fazendo limite parcial ao sul com Inhangapi. O seu mais importante afluente, por esta margem, é o rio Apeú, que nasce a noroeste da sede do município e tem como afluentes os igarapés Macapazinho, Castanhal e Americano, este último fazendo limite, a sudoeste, com o município de Santa Izabel do Pará. Pela margem esquerda do rio Inhangapi aparecem os seus tributários, os igarapés São Lourenço e Timboteua. Na porção nordeste, o rio Braço Direito do Marapanim com o tributário rio Caranã e o afluente deste, o Braço do Caranã, formam o limite Leste com o município de São Francisco do Pará. Ao norte, o rio Braço Esquerdo do Marapanim, faz limite com o município de Curuçá e, a noroeste, com o município de Vigia. 2.9. (VALENTE. . . , 2001).

Para Babosa et al., 2020 a bacia hidrográfica pode ser caracterizada como sendo uma área da superfície terrestre de captação natural da água das chuvas que drenam para um rio principal e seus tributários que confluem até resultar em um leito único no seu exutório, sendo limitada pelos divisores topográficos (Botelho, 1999). Nas bacias as águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por pequenos cursos d'água que brotam em terrenos íngremes e juntam-se a outros rios até desembocarem no oceano ou em outros rios (Nardini et al., 2015).

No entanto, o rio de maior apelo emotivo para a população é o rio Apeú (antes grafado como Apehu, ou em nheengatu “caminho grande e/ou largo”), seja porque é a origem de vila embrionária na constituição da cidade de Castanhal, seja porque representa um baluarte histórico e ambiental do município, em vista

do acelerado processo de degradação implementado pelo modelo desenvolvimentista dos anos 1970 na Amazônia. Em estudo realizado por Barbosa et al., (2020), esta bacia hidrográfica apresenta elementos físicos, biológicos e humanos que juntos se interrelacionam (Leal, 2003). Sendo assim, a bacia hidrográfica funciona como um sistema aberto, integrando os elementos naturais (relevo, solos, vegetação etc.), mas também elementos humanos (edificações, arruamentos etc.), compreendendo processos geomorfológicos, hidrológicos e socioambientais (MENEZES; SALGADO, 2018). A fim de se analisar a qualidade da água da bacia do rio Apéu sugere-se avaliar os seguintes parâmetros: temperatura da água, pH, turbidez, condutividade, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5), coliformes totais, *Escherichia coli*, sólidos totais, suspensos e dissolvidos, amônia, nitrito, nitrato e fosfato, cobre, níquel, chumbo e zinco.

Mapa 4 – Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Apéu.

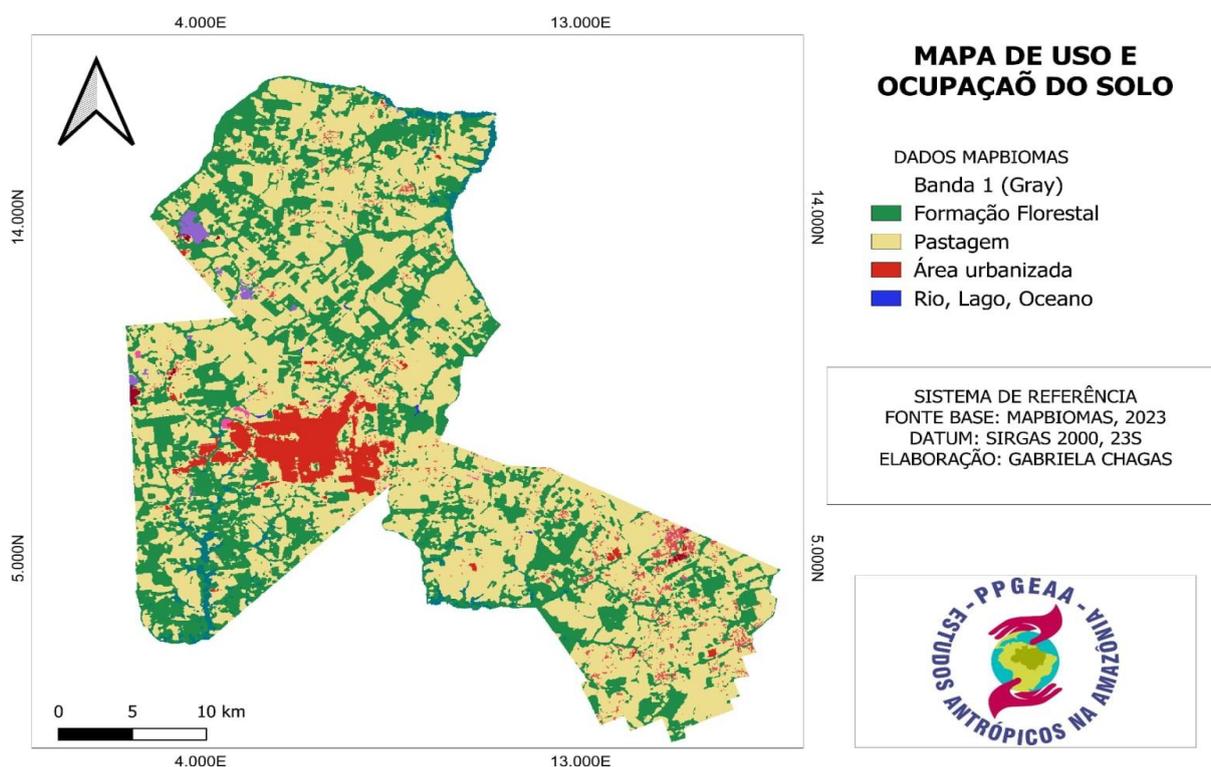


Fonte: Barbosa et al., (2020).

3.5 Uso e ocupação do solo

O mapa de uso e ocupação do solo (Mapa 5), elaborado a partir de dados do MapBiomias (2023), fornece uma visão detalhada da dinâmica territorial da região analisada. A classificação da cobertura do solo identifica quatro categorias principais formação florestal, pastagem, área urbanizada e corpos d'água.

Mapa 5 – Mapa de uso e ocupação do solo em Castanhal no Ano de 2023.



Fonte: Os Autores, MapBiomias, 2023

A análise espacial revela que a pastagem ocupa a maior parte da área, indicando um avanço significativo das atividades agropecuárias em detrimento da vegetação nativa. A formação florestal, embora ainda presente, encontra-se fragmentada e distribuída de maneira descontínua, sugerindo um processo progressivo de conversão da paisagem natural. As áreas urbanizadas estão concentradas principalmente no centro e na porção sudeste do território, evidenciando um padrão de expansão que pode estar associado ao crescimento populacional e à demanda por infraestrutura, particularmente distribuído ao longo de rodovias, com a instalação de modelo agropecuário que estabeleceu fazendas ao largo de rodovias para favorecer o escoamento da produção para os grandes centros urbanos.

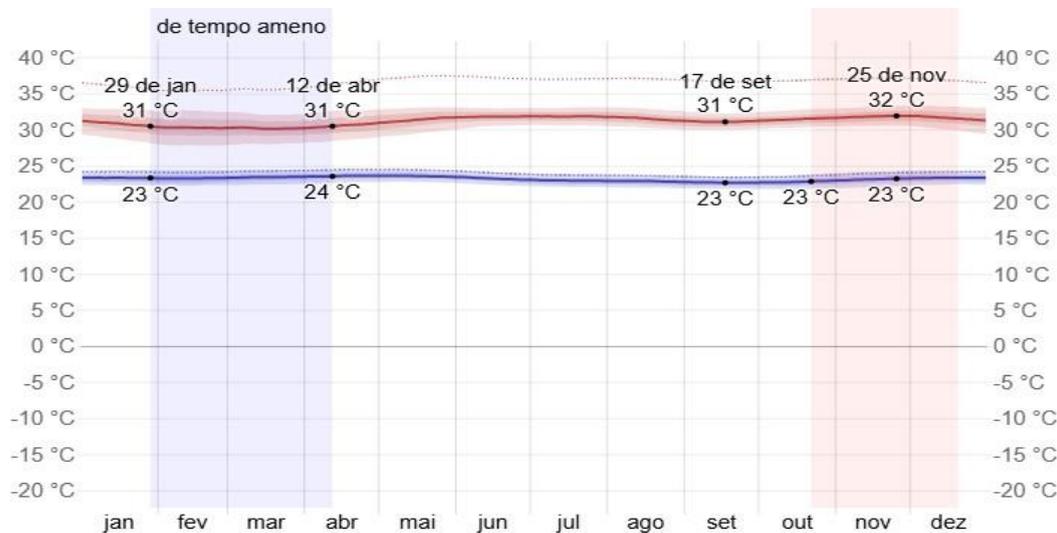
A presença de corpos d'água é relativamente limitada, o que pode indicar vulnerabilidade hídrica em determinadas áreas. A fragmentação da vegetação e a conversão do solo para usos antrópicos têm implicações ambientais significativas, incluindo a redução da biodiversidade, a degradação dos recursos hídricos e o aumento da suscetibilidade a processos erosivos. Antes do modelo rodoviário de expansão agrícola e antrópica, eram os rios as vias naturais da região, como atestam os mais antigos aglomerados humanos que se estabeleceram ao longo de rios e igarapés, desde as vilas, como Apeú, Macapazinho e Boa Vista até sítios agrícolas que tinham portos próprios, a exemplo do que ainda se observa no igarapé Itaqui, na porção leste do município.

Dessa forma, estudos futuros podem focar na quantificação das taxas de desmatamento, na avaliação dos impactos da urbanização sobre os ecossistemas locais e na implementação de estratégias de conservação para garantir a conectividade ecológica e a sustentabilidade ambiental da região, unindo fragmentos de bosques através dos cursos d'água ainda ativos na região.

3.6 Clima

A classificação climática de uma dada região é o resultado das diferentes combinações dos processos atmosféricos, o que ocasiona uma grande diversidade de tipos climáticos. De acordo com os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, o clima da região de Castanhal corresponde ao tipo "Af", da classificação de Koppen, pois é caracterizado por um clima equatorial tropical, com temperatura oscilando entre 24°C e 32°C (Figura 1). O clima de Castanhal é equatorial úmido, com um a dois meses seco, caracterizando-se com índice pluviométrico com uma média anual em torno de 2.200 mm, com alta umidade do ar em quase todo o ano. As temperaturas são elevadas e com médias anuais em torno de 25°C e conta com uma amplitude térmica baixa.

Figura 1 - Representação de Temperaturas máximas e mínimas médias em Castanhal no ano de 2024.

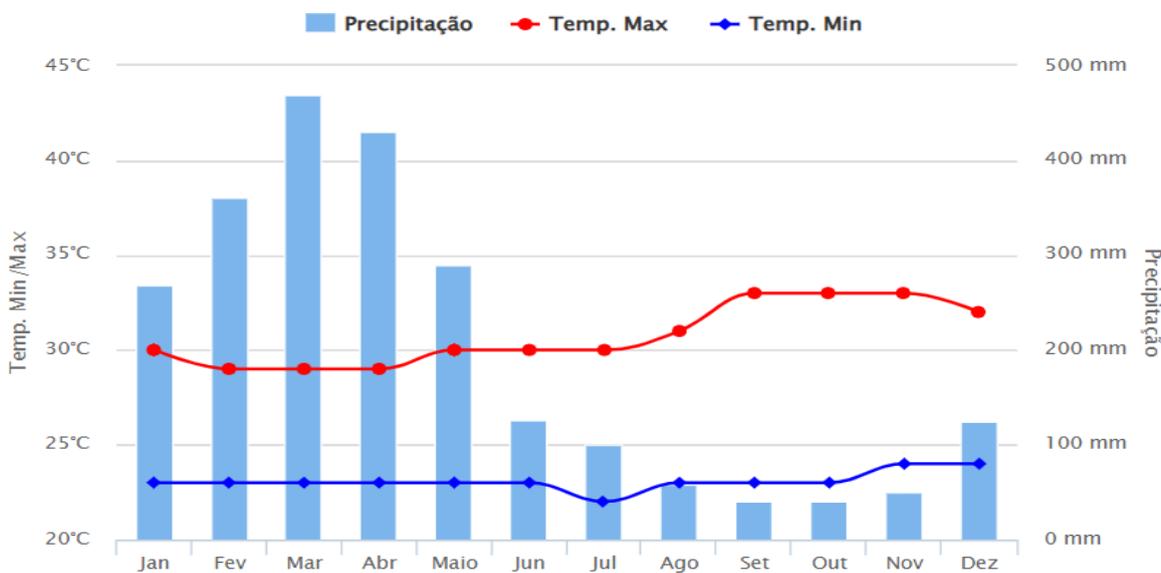


Fonte: INMET 2024.

A classificação climática de uma dada região é o resultado das diferentes projetos de arborização urbana, seja um dos fatores para a contribuição na diminuição da precipitação anual.

Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano, com precipitação média de 876,25 mm/ano, porem no último ano os meses com menor precipitação foram de agosto a novembro menos que 50 mm (Figura 2) o que é possivelmente são provenientes de mudanças climáticas, em função do desmatamento de terras e florestas também pode liberar dióxido de carbono.

Figura 2 – Climatologia com temperaturas máximas e mínimas e precipitação nos últimos 30 anos



Fonte: Climatempo 2025

Em relação município de Castanhal, possivelmente o número de condomínio crescendo de forma exponencial sem projetos de arborização urbana, seja um dos fatores para a contribuição na diminuição da precipitação anual.

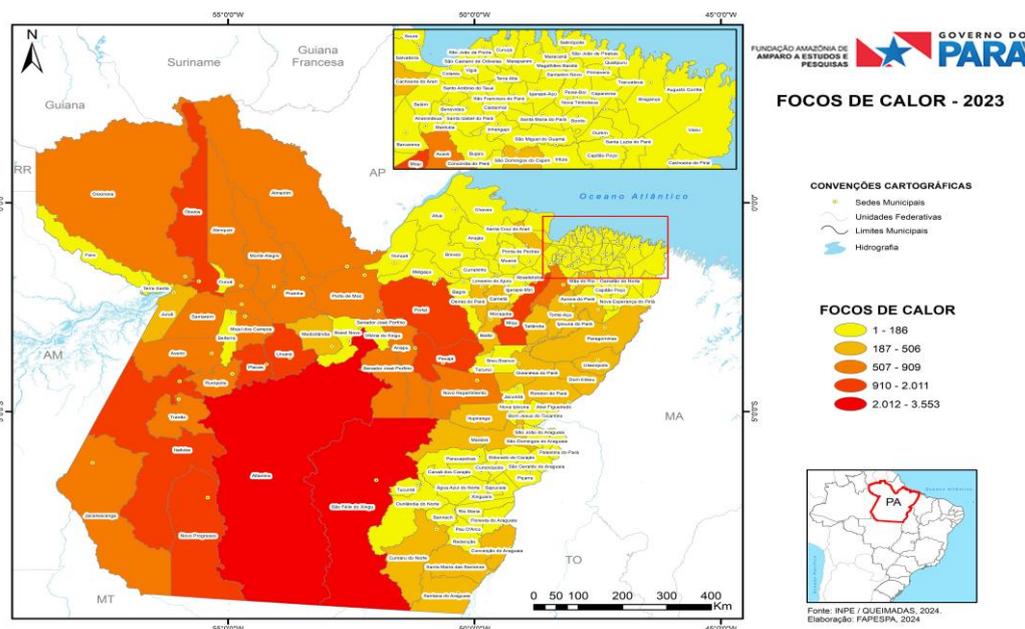
4. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

O potencial ecológico de Castanhal, seja pelos seus recursos hídricos, cobertura de solo ou usos e ocupação por povos e comunidades diversos, está seriamente comprometido por um único modelo econômico e desenvolvimentista, que unicamente considera o desbaste de florestas, o aterramento e assoreamento de corpos hídricos e a edificação descontrolada, com impermeabilização do solo, em nome do “progresso” que tão somente causa desigualdades sociais, riscos e perdas ecossistêmicas que ocasionam a tensão social e cultural. Esses Impactos socioambientais certamente provocam impactos socioeconômicos e socioculturais, o que veremos a seguir, em termos nacionais e locais.

4.1 Áreas Urbanizadas *versus* Áreas Vegetadas

Nas últimas cinco décadas, o avanço da fronteira urbana sobre áreas naturais tornou-se um padrão global. No Brasil, entre 1985 e 2020, as áreas urbanizadas expandiram-se em 44%, enquanto as formações campestres e florestais perderam 16% de sua cobertura original (MapBiomas, 2022). Esse processo, acelerado a partir dos anos 1970 com políticas de integração nacional (ex.: rodovias BR-163 e Transamazônica), reflete uma transição de uso do solo orientada pelo binômio infraestrutura versus conservação – diretamente ligado ao ODS 9.1 (desenvolvimento de infraestrutura sustentável).

Mapa 6 – Localização geográfica dos principais Focos de Calor no ano de 2023.



Fonte: FAPESPA, 2023

A década de 2000 marcou um ponto de inflexão: enquanto o avanço

urbano no Sudeste brasileiro desacelerou devido à saturação do solo (ex.: São Paulo), a Amazônia Legal registrou um crescimento de 130% da expansão urbana em zonas de amortecimento de Unidades de Conservação (IBGE, 2015), comprometendo metas do ODS 15.1 (proteção de ecossistemas). Tecnologias como o sensoriamento remoto (ex.: programa PRODES) revelaram que, mesmo com a queda de 72% no desmatamento amazônico entre 2004 e 2012, a fragmentação de habitats persiste, associada à especulação imobiliária em cidades como Manaus e Belém, acelerando o calor (ver Mapa 6). A análise evidencia a transição entre o crescimento urbano desordenado, historicamente marcado pela exploração predatória (Silva, 1997; Bryant e Bailey, 1997), e a valorização contemporânea de remanescentes florestais urbanos como símbolos de sustentabilidade (Rezende, 2012).

A exemplo disso, Castanhal, município do estado do Pará, contém os últimos remanescentes de floresta na área urbana, particularmente ao longo de cursos de rios e igarapés, notadamente o igarapé Castanhal, Fonte Boa e Moura e o rio Apeú. É de se notar que ainda há resistência de fragmentos florestais nestas áreas que estão ladeados por forte antropização e urbanização (ver Imagem 4). Essas áreas são utilizadas como um indicador de qualidade de vida, conscientização, respeito ao meio ambiente e equilíbrio ecológico, pois nelas os recursos naturais estão legalmente protegidos das principais ações antrópicas. Assim, a preservação dos fragmentos florestais urbanos no município ilustra a integração multissetorial dos ODS: ao proteger nascentes (ODS 6), conservar a biodiversidade (ODS 15) e promover qualidade de vida (ODS 3 e 11).

Imagem 4 – Vista aérea do Parque Ibirapuera e do igarapé Castanhal, em sua nascente e na canalização do curso d'água



Fonte: Captura de drone, pelos Autores

O destino do lixo domiciliar é um indicador relevante para compreender os desafios ambientais e sociais enfrentados por municípios em desenvolvimento. Em Castanhal-PA, segundo dados do IBGE/SIDRA de 2022, mais de 90% dos resíduos sólidos domiciliares são coletados por serviços de limpeza urbana, enquanto uma parcela significativa ainda é descartada inadequadamente — como queimado ou jogado em áreas públicas. Essa realidade se relaciona diretamente com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 da ONU, que trata de “Cidades e comunidades sustentáveis”, especialmente no que se refere ao acesso universal a serviços básicos e à redução dos impactos ambientais negativos nas áreas urbanas.

Além disso, a má gestão de resíduos sólidos está fortemente ligada a problemas de saúde pública, contaminação do solo e da água, e ao aumento das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para a crise climática. O relatório "What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050"(KAZA et al., 2018) estima que a geração global de resíduos sólidos urbanos poderá aumentar de 2,01 bilhões de toneladas em 2016 para 3,40 bilhões de toneladas até 2050 — um crescimento de cerca de 70%, especialmente em países de baixa e média renda, caso não sejam adotadas medidas sustentáveis de gestão. Nesse contexto, o aprimoramento da coleta seletiva, educação ambiental e políticas públicas de gestão integrada de resíduos são medidas urgentes para garantir a sustentabilidade e a resiliência das cidades frente aos eventos climáticos extremos.

No que tange a temática de abastecimento e água, censo demográfico do IBGE (2022) revela que 94% dos domicílios em Castanhal possuem abastecimento de água canalizada até o interior da residência, sendo que 95,3% desse fornecimento ocorre por meios tratados, como a rede geral de distribuição e poços artesianos. Embora esses dados representem um avanço significativo em direção ao cumprimento do ODS 6 da ONU, que visa garantir o acesso universal à água potável e saneamento, ainda há espaço para melhorias. Investir na ampliação da infraestrutura e na qualidade do abastecimento é essencial para fortalecer a resiliência hídrica da cidade e assegurar que toda a população tenha acesso contínuo e seguro à água tratada (SILVA, 2025). (SILVA et al., 2025)

4.1.1 Conforto Térmico

O conforto térmico é um tema de muita relevância atualmente, não apenas no contexto mundial, com a preocupação com as emergentes mudanças climáticas e aumento de eventos climáticos extremos, mas também no cotidiano da

população brasileira, que percebe o constante aumento do calor nas suas atividades diárias.

No entanto, fatores cruciais para a regulação da temperatura nas cidades estão relacionados com a forma de seu desenvolvimento e construção. Esta dinâmica é demonstrada principalmente pelo fenômeno da Ilha de Calor Urbana, em que a temperatura média do ar e do solo nas cidades é significativamente mais elevada nas zonas mais urbanas da cidade em comparação com as zonas rurais (OKE, 2002). A principal causa desse fenômeno está relacionada com a remoção da vegetação arbórea, que tem um importante papel na regulação do microclima pela evapotranspiração, provendo umidade no ar, e pelo sombreamento, absorvendo a radiação térmica que chegaria ao solo.

Em outro aspecto, a subsequente impermeabilização do solo, por meio do concreto e do asfalto implementado na pavimentação das áreas urbanas, limita a dissipação do calor, tornando a superfície do solo e o ar ao seu redor mais aquecido (REN et al., 2023). Em conjunto a isso, a liberação do gás carbônico na atmosfera pelos automóveis também contribui no aquecimento a nível local, pois esta molécula também absorve mais radiação solar que outros gases atmosféricos, ocasionando em um efeito estufa acentuado localmente, o que ocasiona que o ar mantenha-se aquecido mesmo após o anoitecer.

As estações meteorológicas (INMET) distribuídas pelo país podem obter as aproximações do clima por meio do ar, no entanto, não permitem um estudo da espacialização das condições da temperatura. Nesse sentido, o sensoriamento remoto é uma técnica de grande importância para este tipo de análise, pois por meio de satélites e drones especializados é possível capturar informações além da frequência visível do ser humano, como o infravermelho termal, pelo qual é possível calcular a temperatura da superfície do solo (LST), importante medida de análise para o estudo da ilha de calor nas cidades (WALEED et al., 2023).

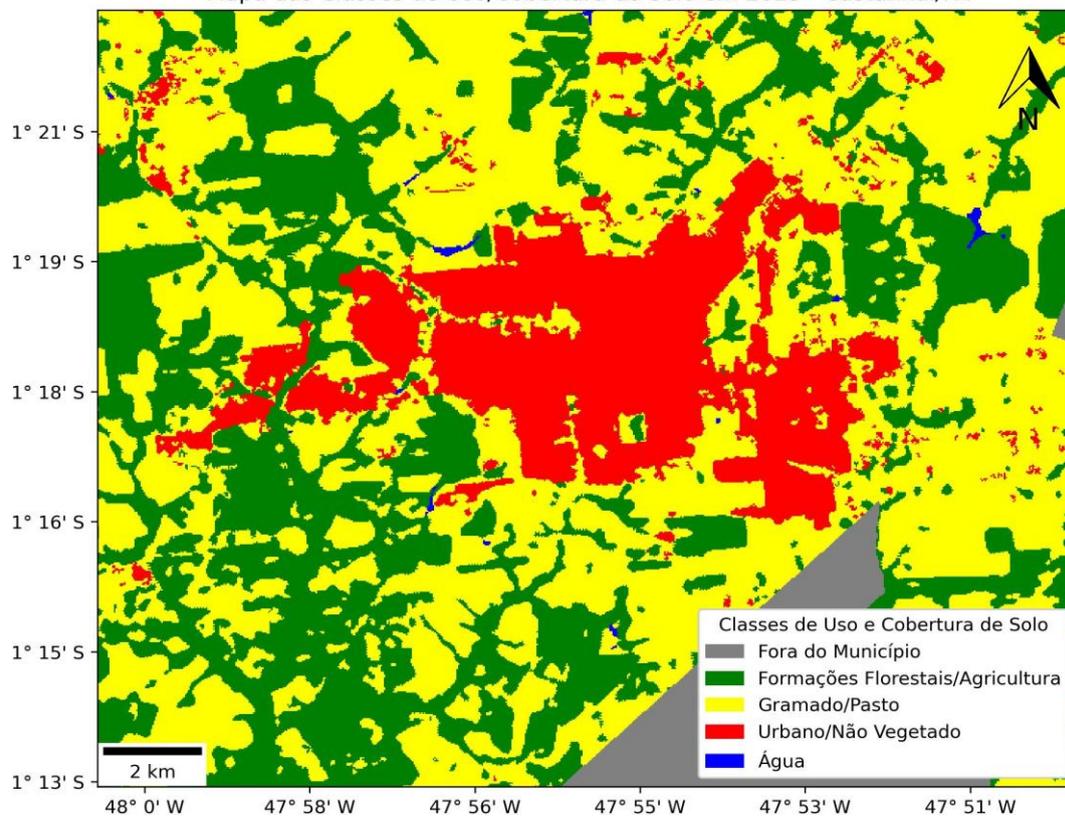
No contexto atual, o sensoriamento remoto foi empregado para fazer um estudo da relação entre a vegetação e urbanização com a temperatura do solo, na cidade de Castanhal. O Mapa 7 demonstra uma representação da classificação geral de uso e cobertura do solo de um recorte focado na área urbana da cidade em 2023, provido pela plataforma MapBiomas (COLEÇÃO. . . , 2024), a uma resolução de 30 m² por pixel (pontos de dados da imagem).

No mapa 7, as áreas denominadas de “Formação Florestal/Agricultura” denotam as áreas mais densamente vegetadas por vegetação de médio e grande porte; “Gramado/Pasto” refere-se às áreas geralmente direcionadas para a pecuária, predominando vegetação de pequeno porte; “Urbano/Não vegetado” refere-se a áreas que predomina o solo exposto ou impermeabilizado; por

fim, “Água” refere-se a lagos e açudes que puderam ser detectados pelo satélite por sua grande extensão.

Mapa 7 - Classe primária do solo em um recorte no entorno de Castanhal.

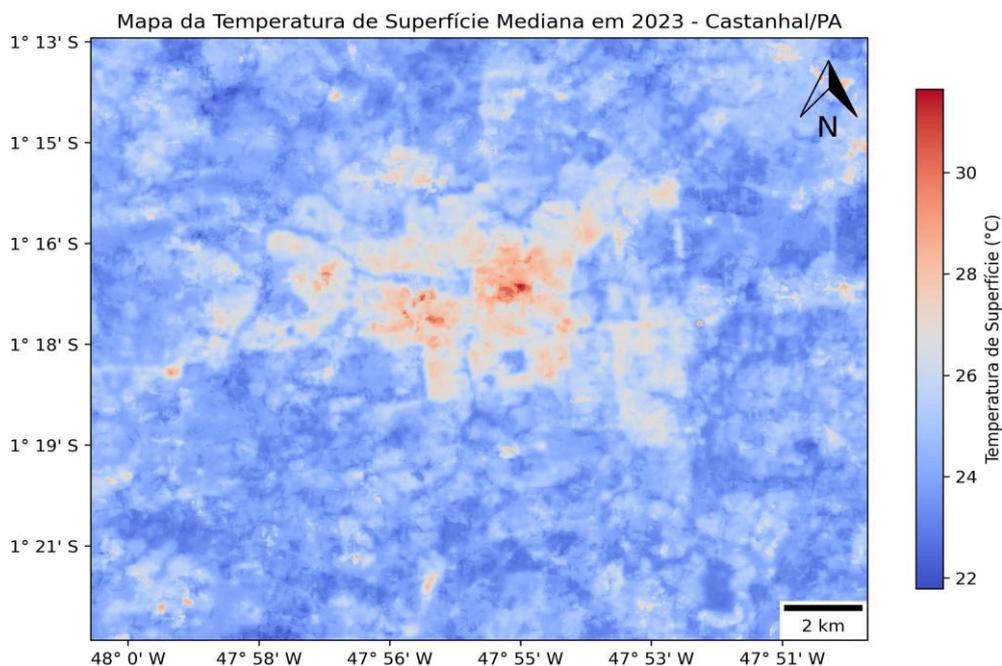
Mapa das Classes de Uso/Cobertura do Solo em 2023 - Castanhal/PA



Fonte: Os Autores, MapBiomias

Para a temperatura do solo são utilizados dados do Satélite Landsat-8, vindos do Serviço Geológico dos EUA (USGS), o mesmo utilizado como base para as classificações do MapBiomias. São coletados e tratados os dados da Banda 10 - Infravermelho Termal, convertidos então em Temperatura da Superfície do Solo (LST). O mapa abaixo reflete a distribuição espacial da temperatura mediana do solo no recorte urbano.

Mapa 8 – Temperatura Mediana da área de estudo no ano de 2023.

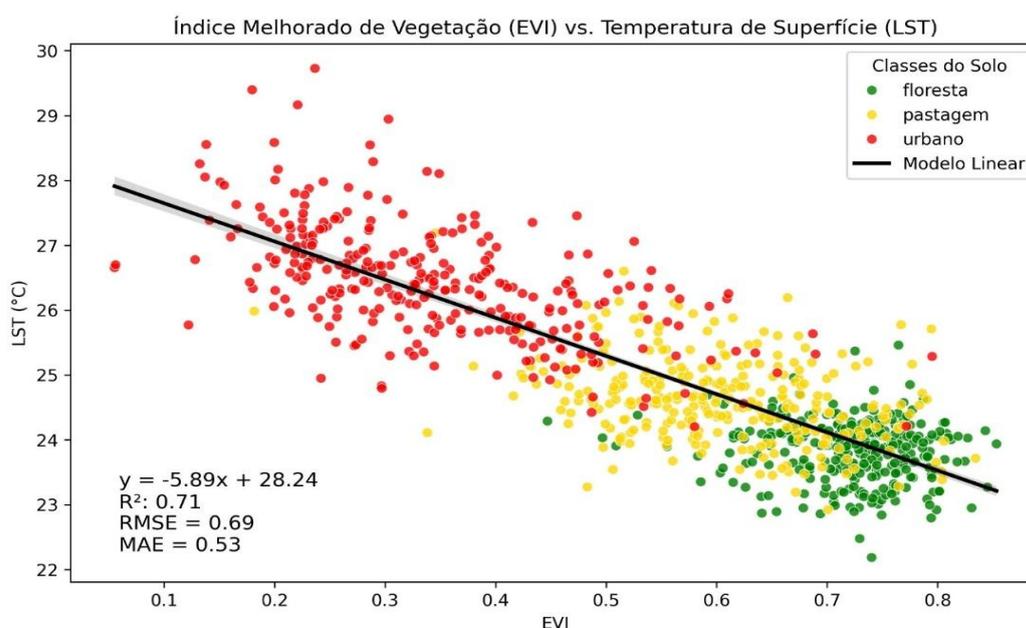


Fonte: Os Autores

Este índice é utilizado junto ao LST no estudo, a partir da amostragem de 300 pontos para cada classe de solo, em que podemos fazer a análise da relação entre a temperatura e vegetação por meio de uma regressão linear. O Mapa 8, referente à área urbana de Castanhal e seu entorno, demonstra a correlação entre a temperatura e a vegetação, ou seja, quanto mais cobertura vegetal (tonalidade azul), menor a temperatura média do solo na região, o que é destacado pela diferença de até 10 °C entre os pontos menos cobertos, ou seja, urbanizados (tonalidade vermelha) e os mais cobertos por vegetação, neste caso as áreas preservadas de vegetação ao redor da cidade, como o Parque Ambiental de Castanhal, e a área pertencente ao Instituto Federal do Pará (IFPA) e o Instituto de Medicina Veterinária (IMV). Vale destacar também a correlação com o Mapa 7, em que as maiores temperaturas destacadas no Mapa acima coincidem com as áreas de pasto e gramadas, ou seja, o modelo econômico de pecuária extensiva na Amazônia tem em Castanhal o grande exemplo de que o desmatamento somente afeta o conforto térmico e, além disso, torna o solo empobrecido de matéria orgânica para sua fertilização, sendo necessária correções que afetam, pela natureza química, o ambiente, o que vai resultar em contaminação dos cursos d'água da região.

A Figura 3, abaixo, é exemplar para concluir essa situação de degradação ambiental, posto que as temperaturas são mais elevadas em áreas urbanas, com acentuado uso de concreto e asfalto, e em áreas de pastagem. Contrariamente, em áreas que ainda mantêm boa cobertura vegetal, como alguns bosques preservados (a exemplo do Parque Natural de Castanhal) e as matas ciliares ao longo dos rios e igarapés – como o igarapé Castanhal, o Pacuquara, o Itaqui, o Capiranga, o Fonte Boa, o Janjão, o Areal, o Praquiquara, o Macapazinho, o São João, o Marapanim e o Quatro, estes somente na bacia do rio Apeú – afora os igarapés da bacia do rio Inhangapi, como o Pitimandeuá, e do rio Marapanim, como o braço direito do rio Marapanim, este com nascente na área urbana de Castanhal, são espaços bem mais agradáveis em termos climáticos.

Figura 3 – Índices EVI e LST



Fonte: Guimarães et al, 2025

Além da LST, outra ferramenta importante de sensoriamento remoto são os índices espectrais, gerados a partir da relação entre duas ou mais bandas, com o contraste entre elas realçando alguma propriedade física da superfície refletida. Este é o caso para o Índice Melhorado de Vegetação (EVI), originado pela adaptação do Índice Normalizado de vegetação (NDVI) com correções atmosféricas, que demonstra em uma escala de -1 a 1 a saúde e densidade da vegetação, pelo contraste entre o Infravermelho Próximo (NIR) e o Vermelho.

Como se mostra evidente, preservar e expandir as áreas verdes da cidade são essenciais para combater os efeitos da ilha de calor urbana, que cada vez

mais se torna um problema nas cidades amazônicas, em que a vegetação nativa vem sendo substituída por materiais impermeáveis. O conceito de Infraestrutura Verde Urbana é um tópico de grande discussão nas sociedades europeias, pois ela se aproveita dos serviços ecossistêmicos providos pela vegetação para regulação do microclima das cidades. Estudos já indicaram que um aumento de 16% na arborização causa uma redução na temperatura do ar de 1 a 2,9 °C, devido aos efeitos do sombreamento das árvores, e da transpiração destas remover o calor pela água evaporada (MARANDO et al., 2022).

4.2 Impactos urbanos em Castanhal

Onde os impactos ambientais climáticos mais são acentuados é em zonas urbanizadas, seja pela impermeabilização das cidades, com concreto e asfalto, seja pela ausência de planejamento urbano, que não estabelece o zoneamento urbano como prioridade e assim ocorre o uso e ocupação desenfreadas dos espaços, com privilégio de uso e ocupação por quem mais tem o poder econômico e político. No caso de Castanhal isso se reflete no alastramento de condomínios e empreendimentos industriais, que estão invadindo áreas de preservação permanente e privatizando áreas públicas, como cursos e nascentes d'água, em benefício particular de seus moradores. Quando não há a canalização de cursos, o que provoca enchentes e a utilização dos canais como esgotos a céu aberto.

Isso tudo, no mínimo, gera a falta de bem estar social pelo desconforto climático, a degeneração dos rios e igarapés – que antes eram espaços de lazer e de produção econômica – e a gentrificação da cidade, empurrando-se cada vez mais a população empobrecida para as periferias sem condições de moradia e, o pior, resultando em racismo ambiental e falta de políticas públicas de mitigação dos efeitos e de adaptação e preparação para os desastres naturais, tudo isso por absoluta falta de justiça climática, de transformação ecológica e de governança e educação ambientais. A seguir alguns exemplos de impactos urbanos na cidade de Castanhal, registrados pelos pesquisadores/as do L'ANTRO:

a) Aterramento de nascente no Condomínio Jardim Sollaris, no Bairro Sales Jardins, ano de 2024, em registro da equipe do L'ANTRO:



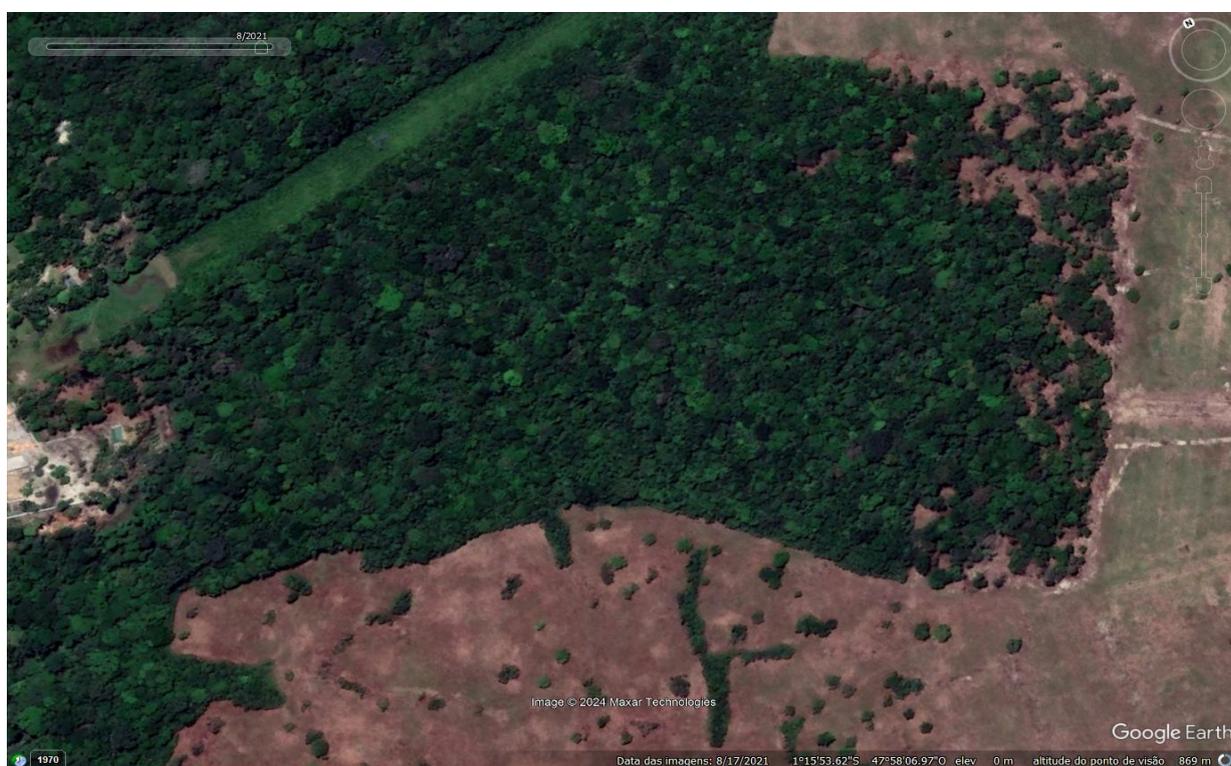
b) Degradação ambiental, com supressão de curso d'água e área vegetada, no condomínio Jardins Sollaris, entre os anos de 2021 e 2023 (Fonte: Google Earth):



Julho / 2023



Outubro / 2022



Agosto / 2021

c) Desmatamento, queimada e supressão de área de nascente do rio Marapanim, localizada no bairro Lanetama, no entorno da Associação Atlética Banco do Brasil, em setembro de 2024, para construção de condomínio. O levantamento aéreo, por drone, foi realizado pela equipe de pesquisadores/as do L'ANTRO:



Os impactos ambientais na área urbana do município são notáveis. E mesmo que tenham sido levados ao conhecimento da autoridade municipal de meio ambiente (SEMMA), em reunião do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Castanhal (CMMA), em que se tratou do caso da supressão de vegetação e aterramento de nascente no Jardim

Sollaris, na 3ª Reunião Extraordinária do CMMA, em 08/08/2024, nenhuma providência foi tomada no sentido de coibir a ação do empreendimento por parte da SEMMA. E nesta reunião foi declarado, pasmem, por parte da área de fiscalização da SEMMA (Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Castanhal), que a equipe técnica não detectou nenhuma nascente, bem ao contrário do que a equipe do L'ANTRO atestou em fotografia com coordenadas geográficas.

Da parte do Conselheiro do CMMA, e coordenador do L'ANTRO, Prof. Dr. José Guilherme Fernandes, foi protocolada solicitação de esclarecimentos acerca de licenças ambientais em 29/10/2024, mediante o Protocolo nº 2016/2024/DOC, à SEMMA, e somente em 23/12/2024, quase dois meses depois, foram repassadas as informações, estranhamente às vésperas da saída do então secretário municipal de meio ambiente Sr. Leandro Guilherme Vieira. Este descaso é um grave atentado contra a lei 9784/1999, que estabelece prazos para processos administrativos de 30 dias. Neste caso, nem houve justificativa para prorrogação. Ao que parece, as autoridades fazem literalmente “vista grossa” para os empreendimentos, e mais, são degradações ambientais de longo prazo, como é o caso do aterramento de nascente no Jardim Sollaris, ocorrido no decorrer de três anos!

Outro ponto de relevância, para a garantia de existência de áreas preservadas urbanas, é o Parque Natural de Castanhal. Este espaço cultural e ecológico é um aparelho imprescindível para a garantia de qualidade de vida da população por ser espaço potencial de lazer e aprendizado, além da garantia de conforto térmico à cidade e de unidade de conservação da natureza, por ser área de nascentes, daí também ser área de preservação permanente. No entanto, mesmo a despeito desse reconhecimento e da proximidade da COP 30, evento internacional a ocorrer em Belém (Castanhal é parte da região metropolitana da capital do estado), pouco ou nada se fez e se tem feito em relação à concretização da finalidade e utilização desse espaço pela população do município. É bom lembrar que, segundo artigo 23 da Constituição Federal (1988), é competência de todos os entes federados, incluindo os municípios, proteger o meio ambiente, combater a poluição e preservar as florestas, fauna e flora, o que pode ser alcançado com Criação e gestão de áreas protegidas (parques, reservas, etc.), que ainda poderá promover a implementação de políticas de educação ambiental.

O que ocorre é que, relativo à efetivação do Parque Natural, para termos exemplo, desde 21/11/2024 a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) do Pará oficiou notícia de que foi “deliberado o montante no valor de R\$ 500.000,00

(quinhentos mil reais) proveniente do licenciamento ambiental realizado pelo IBAMA referente ao Projeto Salobo, cujo Colegiado determinou a aplicação do referido montante na elaboração de Plano de Manejo” do Parque Natural Municipal de Castanhal (Ofício 97715/2024/GABSEC), em resposta à solicitação da SEMMA de Castanhal, através do Ofício 009/2024-GAB/SEMMA-PMC. Mesmo com o dinheiro em conta da municipalidade desde fins de dezembro, até hoje, a despeito da aprovação de uso do recurso pelo CMMA de Castanhal, nada foi feito para efetivar o projeto aprovado pelo Conselho, pois desde março de 2025 a Secretaria de Planejamento da atual gestão pediu para fazer adaptações, através da arquiteta Rione Heringer, e não mais deu satisfação ao referido Conselho. Mas estranhamente, após convocação pelo Ministério Público do Pará, em Castanhal, em reunião no dia 13/05/2025 a Sra. Secretário trouxe resposta de todas as demandas, o que não havia feito nem dado satisfação de sua ausência na reunião do CMMA, o que nos leva crer que somente sob ingerência de órgão fiscalizador externo a questão pode ser parcialmente dirimida, o que é lamentável, posto que o Conselho é instância de participação social.

Isto denota que a burocracia, e talvez questões idiossincráticas, emperram o pleno desenvolvimento daquilo que o próprio Código Ambiental (Lei Municipal 015/13, de 29/04/2013) do município apregoa, que é, em seu art 5º, inciso II, “a preservação e melhoria da qualidade ambiental, à atual e futura geração, propiciando um meio ambiente ecologicamente equilibrado”. Ademais, neste mesmo código, o art. 20 diz que “Fica assegurada a participação popular nas deliberações relacionadas ao meio ambiente”, o que não está assegurado, uma vez que o Conselho é participação social e fez a aprovação do uso do recurso.

Outro problema grave é a falta de controle nos licenciamentos ambientais, o que já foi detectado no caso da equipe técnica de Semma que “não detectou ocorrência de nascente no Condomínio Jardim Sollaris”. No caso abaixo o agravante é que foi concedida licença em que há discrepância entre as coordenadas geográficas e o endereço residencial do empreendimento. Vejamos abaixo:

Imagem 5 – Licença Prévia emitida pelo então Secretário de Meio Ambiente
Sr. Guilherme Vieira



PREFEITURA MUNICIPAL DE CASTANHAL
SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE



LICENÇA PRÉVIA	
LP Nº 0006/2024	VÁLIDA ATÉ: 21/06/2025
PROCESSO Nº:0139/2024/PROC	DATA DO PROTOCOLO: 25/04/2024
A Secretaria Municipal de Meio Ambiente , no uso de suas atribuições, que lhe confere a Lei Municipal nº 015/2013, concede a presente Licença Prévia ao Empreendimento abaixo discriminado.	
NOME/RAZÃO SOCIAL/DENOMINAÇÃO: JOÃO COSTA & MARILENA RIBEIRO LTDA – COSTA INCORPORADORA	PORTE: E-III
ENDEREÇO: Rodovia Br 316, S/N, Bairro: Apeú	
MUNICÍPIO: CASTANHAL – PA	CEP: 68.740-420
INSC. ESTADUAL: S/N	CNPJ: 47.078.604/0001-14
ATIVIDADE: INFRAESTRUTURA E OBRAS CIVIS.	
TIPOLOGIA LICENCIADA: CONDOMÍNIO HABITACIONAL HORIZONTAL, SEM FRACIONAMENTO.	
VALOR AUTORIZADO: NUH – NÚMERO DE UNIDADES HABITACIONAIS: 115 NUH.	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 1°16'15.7"S, 47°55'56.7"W.	
OBSERVAÇÕES: Esta licença autoriza a tipologia de CONDOMÍNIO HABITACIONAL HORIZONTAL, SEM FRACIONAMENTO, no âmbito do município de Castanhál, nos termos do Parecer Jurídico nº182/2024, datado de 03/06/2024, e Parecer Técnico nº0128/2024/CLA/SEMMA, datado de 21/06/2024. Além da Autorização de Supressão vegetal de 1,53 hectares, conforme a Nota técnica nº0115/2024/CLA/SEMMA, datada de 21/06/2024.	
OBRIGAÇÕES: - Publicar a sua concessão, no prazo de 30 (trinta) dias, observando os termos da resolução do CONAMA nº 006, de 24 de janeiro de 1986. - Solicitar a renovação desta licença com antecedência de mínima de 120 (cento e vinte) dias do prazo do término de sua vigência. - Comunicar de imediato a esta secretaria qualquer alteração nas informações que subsidiaram a sua concessão. - Dar cumprimento as condicionantes no verso deste documento.	
LOCAL E DATA:	Castanhál – PA, 21 de junho de 2024.
<p>RECEBIDO EM: 21/06/24</p> <p><i>LEANDRO GUILHERME VIEIRA</i> Secretário Municipal de Meio Ambiente/SEMMA/Castanhál/PA Decreto nº 100/24, de 1 de abril de 2024 Leandro Guilherme Vieira Secretário Municipal de Meio Ambiente Decreto nº 198/24, de 01 de abril de 2024 Prefeitura de Castanhál/SEMMA</p>	

Fonte: SEMMA, 2024

Imagem 6 – Localização de fato do empreendimento segundo as coordenadas geográficas apresentadas na Licença Prévia



Fonte: Os Autores, L' ANTRO

O que se observa acima é uma total incoerência entre as coordenadas geográficas apresentadas na Licença Prévia e a localização efetiva do empreendimento, posto que na licença declara-se a localização na BR-316, na vila do Apeú, enquanto as coordenadas referem-se à Alameda Lucimar Cruz, próximo ao Campo dos Veteranos, no bairro Estrela. Minimamente existe imprecisão documental, o que deveria invalidar a licença, mas que foi referendada pela maior autoridade do meio ambiente municipal: descaso com o registro e documentação ou má fé quanto à localização, com desvio intencional de localização? Certamente, é uma questão a ser apurada pelo Ministério Público do Estado do Pará, fiscal da legalidade e segurança jurídica.

E para comprometer mais ainda a situação, estamos às portas do maior evento ambiental mundial, que é a COP 30, a ocorrer em novembro de 2025, em que haverá delegações e demais cientistas e experts na questão ambiental, na cidade de Belém (é bom lembrar que Castanhal e parte da região metropolitana desta cidade), sendo a oportunidade de termos a cidade de Castanhal como vitrine para apresentar-se soluções ecologicamente sustentáveis e socialmente inclusivas, com a instalação de estrutura mínima de visitação e

estudos ecológicos no Parque Natural. Vale destacar que o Código Ambiental Municipal garante que o “Poder Público Municipal promoverá e incentivará o desenvolvimento científico e tecnológico em matéria ambiental, com vistas à melhoria da qualidade de vida do sistema produtivo e à minimização dos problemas sociais e ao progresso da ciência” (art. 17), sendo que o Parque é instrumento fundamental para a implementação de ações de visitação e pesquisa científica, em área bem preservada, de fácil acesso e com disponibilidade de pesquisadores e cientistas para a condução de expedições e estudos, posto que o L’ANTRO já desenvolve parceria com a Semma nesse sentido.

Por sinal, o Laboratório já prestou informações relevantes à Secretaria Municipal em relação a licenciamentos ambientais, uma vez que por solicitação do conselheiro Fernandes foram acessados documentos que comprovam a falha crassa de declaração de localização de empreendimento em que as coordenadas geográficas apontadas pelo empreendedor não correspondiam ao endereço declarado, no seguinte licenciamento:

Lamentavelmente o cenário posto, relativo aos impactos socioambientais, corrobora o que o Documento Pará 2050 - Planejamento Estratégico de Longo Prazo do Estado do Pará / Resumo Executivo da Região de Integração Guamá (FADESP, Secretaria de Estado de Planejamento e Administração/PA, 2024) discrimina enquanto Cenário Qualitativo – Ambiental: “Estagnação de políticas relacionadas ao meio ambiente e na mitigação das mudanças climáticas, ausência de combate efetivo ao desmatamento e de políticas de proteção das margens dos rios. Políticas insustentáveis na agropecuária, carência de políticas de conservação da biodiversidade dos ecossistemas, falta de fiscalização das ações prejudiciais ao meio ambiente e redução dos recursos destinados a conservação e preservação ambiental”. Este cenário inclusivo é tratado como de Desequilíbrio, pois é de “baixo crescimento econômico com baixa agregação de valor, elevada desigualdade social e regional, com desajustes ambientais e territoriais - manutenção dos gargalos e condicionantes atuais”.

Por fim, os problemas ambientais não são tão somente de ordem natural, como se não houvesse implicação humana. De fato são ações antrópicas que geram o desequilíbrio nos ecossistemas, mas que podem ser impedidas, mitigadas e compensadas, desde que haja compromisso das várias instituições de governo instaladas no município, e que possam trabalhar conjuntamente, sem querer-se o protagonismo único de uma ou outra. O que pretendemos com este relatório é fazer nossa parte enquanto instituição de ensino e pesquisa, para auxiliar os gestores e legisladores do município a tomarem decisões e a executarem políticas públicas com conhecimento

científico e critérios objetivos, que favoreçam a maior parte da sociedade. Para que os braços do estado nacional possam ser grandes o suficiente para acolher os desvalidos, mas também para alcançar os incautos e depredadores do patrimônio cultural e natural do país. Para não termos a infeliz experiência de, em nossas andanças pelo município, em ações de pesquisa, nos deparar com mais uma degradação ambiental por saque desmedido e desmesurado do bem público. Como o que encontramos na estrada do Curupéré, próximo à vila do Macapazinho, com a exploração de piçarra de forma irregular, o que foi registrado com imagens e geolocalização, coincidentemente num dia 19 de abril, simbolicamente data de início da exploração colonizadora no Brasil:

Imagem 5 - Piçarreira na estrada do Curupéré, Vila de Macapazinho



Fonte: Os Autores

5. PROPOSIÇÕES SUSTENTÁVEIS

Como parte do compromisso de nossa Instituição Federal de Ensino Superior (IFES), que tem a missão de “Produzir, socializar e transformar o conhecimento na Amazônia para a formação de cidadãos capazes de promover a construção de uma sociedade inclusiva e sustentável”, apresentamos algumas proposições de transformação da realidade e de inclusão social, a partir dos contextos apresentados e dos problemas levantados, como forma de colaborar para uma sociedade mais inclusiva e sustentável. A seguir três exemplos de como utilizar o conhecimento científico aliado às demandas sociais, na promoção de propostas que aproveitem a tendência natural do território de Castanhal.

5.1 Uso da Fitorremediação na Recuperação Ambiental do Parque Ambiental no Município de Castanhal-PA

A fitorremediação representa um avanço crucial na recuperação ambiental, especialmente no contexto brasileiro, onde extensas áreas sofrem com contaminação resultante de atividades industriais, resíduos de residências, atividades agrícolas e de mineração. Esta técnica ganha relevância diante da crescente preocupação global com desenvolvimento sustentável e da necessidade de métodos de remediação menos invasivos e mais econômicos. Ao utilizar plantas, especialmente espécies nativas, o processo promove a reintegração do espaço ao ecossistema original, recuperando funções ecológicas e serviços ambientais. Esta característica é particularmente valiosa em biomas brasileiros ameaçados, como a Amazonia, onde a recuperação da biodiversidade é tão importante quanto a eliminação dos contaminantes. As áreas contaminadas frequentemente representam riscos à saúde pública e impedem usos produtivos do território. Ao possibilitar a recuperação destas áreas, a técnica contribui para a melhoria da qualidade de vida das populações afetadas e para a reintegração econômica de espaços degradados.

5.1.1 Princípios básicos da Fitorremediação

Este método é fundamentado nos processos naturais pelos quais as plantas e a microbiota associada à rizosfera degradam e sequestram poluentes orgânicos e inorgânicos. As plantas atuam como "bombas extratoras" movidas a energia solar, captando os contaminantes do ambiente e processando-os através de seus mecanismos biológicos internos. A fitorremediação se destaca por sua abordagem não invasiva, que mantém a estrutura física do solo, preserva sua atividade biológica e pode ser implementada sem a necessidade de transportar o material contaminado para tratamento em outro local. Esta característica representa uma vantagem significativa em comparação com métodos

convencionais de remediação, que frequentemente envolvem processos físicos e químicos mais agressivos e custosos. Considerando o contexto do Nordeste Paraense, rico em biodiversidade vegetal, a fitorremediação apresenta-se como uma alternativa particularmente promissora para recuperação de áreas degradadas e poluídas. A técnica valoriza recursos biológicos nativos e pode ser adaptada às diversas condições climáticas e tipos de contaminação encontrados no território nacional.

As principais Técnicas de Fitorremediação são:

a) Rizofiltração: Aplicações em Ambientes Aquáticos

A rizofiltração constitui uma técnica específica de fitorremediação dedicada principalmente à descontaminação de ambientes aquáticos ou efluentes líquidos, utilizando sistemas radiculares de plantas para adsorver, absorver, precipitar e concentrar contaminantes. Diferentemente de outras modalidades de fitorremediação, a rizofiltração não depende necessariamente da translocação dos poluentes para as partes aéreas da planta, mas sim da capacidade de retenção nas raízes. O processo de rizofiltração baseia-se em mecanismos físico-químicos e biológicos na interface raiz-água. Inicialmente, os contaminantes dissolvidos, especialmente metais e compostos orgânicos polares, são adsorvidos na superfície das raízes através de interações eletrostáticas, troca iônica e complexação com grupos funcionais da parede celular como carboxilas, hidroxilas e sulfidrílicos. Posteriormente, parte destes contaminantes pode ser absorvida para o interior das células radiculares através de transportadores específicos ou canais iônicos.

b) Fitoacumulação: Plantas Hiperacumuladoras

A fitoacumulação representa um fenômeno extraordinário da natureza, no qual certas espécies vegetais desenvolveram a capacidade de absorver e acumular quantidades excepcionalmente altas de elementos metálicos em seus tecidos, sem apresentar sintomas de toxicidade. Estas plantas, denominadas hiperacumuladoras, constituem recursos biológicos de inestimável valor para aplicações de fitorremediação, particularmente na recuperação de áreas contaminadas por metais pesados.

c) Seleção de Plantas para Fitorremediação

O processo de seleção geralmente inicia-se com a caracterização detalhada da área contaminada, incluindo análises físico-químicas do solo ou água, identificação dos contaminantes presentes e suas concentrações, pH, teor de matéria orgânica, textura do solo e condições climáticas locais. Com base

nestes parâmetros, estabelece-se um perfil de requisitos que as plantas candidatas devem atender, como tolerância a determinados contaminantes, capacidade de absorção, sistema radicular adequado (profundo para contaminações subsuperficiais ou extenso para contaminações difusas), ciclo de vida compatível com o tempo previsto para remediação e adaptação às condições climáticas da região. Para Souza (2018), a *Khaya ivorensis* pertence à família Meliaceae A. juss., subfamília III, SWIETENIOIDEAE, Tribo 2, SWIETENIEAE e ao gênero *Khaya* (A Chev.). Trata-se de árvore sempre verde ou decídua (Pinheiro, 2011), que ocorre naturalmente em regiões tropicais úmidas, de baixa altitude (Lamprecht, 1990; Lemmens, 2008), em áreas com precipitação anual de 1.600 a 2.500 mm e uma estação seca de dois a três meses, prefere solos aluviais que são úmidos, mas bem drenados, porém também pode ser encontrada em encostas sobre solos lateríticos (Pinheiro, 2011). As sementes podem germinar a pleno sol, bem como na sombra, mas a regeneração natural é aparentemente escassa em grandes lacunas (Corcioli, 2013). Outra alternativa é o uso de leguminosas nativas como *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá), *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril) e *Plathymenia reticulata* (vinhático) têm demonstrado potencial para recuperação de áreas contaminadas por metais.

5.1.2 Utilização em área degradada no Parque ambiental

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) tem como intuito atender à acordo de cooperação técnica institucional UFPA/SEMMA do Município de Castanhal referente à manutenção do Parque Ambiental de Castanhal. A Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Castanhal – SEMMA foi criada por meio da Lei Municipal nº 013, de 21 de maio de 2008, alterada pela Lei Municipal nº 031, de 19 de setembro de 2013, e reorganizada pela Lei Complementar nº 003, de 29 de abril de 2013. O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD é um dos instrumentos de controle ambiental que está preconizado na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº. 6.938/81) em seu artigo 2º, como um de seus princípios. Durante a visita técnica de pesquisadores da UFPA/Campus Castanhal foi identificado, de forma superficial, algumas demandas, como impactos ambientais dentro do Parque Ambiental de Castanhal como a supressão da vegetação e principalmente alguns atributos de qualidade do solo. O PRAD prevê o desenvolvimento de atividades que permitam recuperar a vegetação nativa ou exótica, e/ou a reutilização do local que foi degradado excesso de água da rede de drenagem e esgoto que é depositado dentro do Parque Ambiental. O resultado desse plano dependerá do objetivo pretendido, capacidade de suporte do local e também da eficiência das técnicas utilizadas, sendo a recuperação do local, uma forma de utilização tecnicamente compatível, em conformidade com valores

ambientais, culturais e sociais locais. O presente PRAD apresenta informações conceituais e técnicas necessárias para que sejam adotadas diversas medidas no tratamento de áreas degradadas ao longo do parque ambiental, com o intuito de minimizar os impactos que estão ocorrendo direta ou indiretamente no meio ambiente.

Nosso objetivo principal é recuperar as áreas degradadas do parque ambiental resultantes da falta de implantação do Sistema de Drenagem Pluvial adequado no bairro do milagre no município de Castanhal. Além deste objetivo, pode-se: fazer um diagnóstico ambiental caracterizando o meio físico, químico, biótico e antrópico; caracterizar os impactos gerados com a implantação de empreendimentos nas proximidades do parque Ambiental; desenvolver um conjunto de medidas compensatórias para minimizar as perdas das espécies suprimidas pelas áreas degradadas oriundas de diferentes tipos de possíveis erosões (Erosão Laminar, por Sulco e Voçoroca); propor medidas para recuperação da área degradada devido à retirada do solo na escavação e ao longo da rede de drenagem e nas suas proximidades; e propor medidas para evitar processos erosivos e recuperar a fertilidade do solo e seus atributos de qualidade.

No Parque pode utilizar duas técnicas:

a) Uso de Biomanta Antierosiva

As técnicas de bioengenharia são utilizadas na restauração de áreas degradadas, principalmente em estradas de rodovias. Essas medidas de mitigação pode ser uma alternativa para a controle dos processos erosivos do Parque Ambiental de Castanhal, acreditasse que exista a possibilidade da Biomanta Vegetal seja oriunda de matéria prima local como os caroços de açaí em abundancia na região.

b) Hidrosemeadura

Antes de aplicar a Biomanta é necessário fazer uma hidrossemeadura é uma excelente técnica para prevenção e contenção de processos erosivos. É preparada levando em conta as características específicas de cada área, incluindo o tipo de solo, inclinação, clima, aspecto paisagístico e objetivos do projeto. As espécies de plantas a serem utilizadas são cuidadosamente escolhidas visando o rápido recobrimento das áreas e o estabelecimento de uma vegetação duradoura. Consiste na aplicação hidromecânica de uma massa pastosa composta por fertilizantes, sementes, camada protetora, adesivos e matéria orgânica, cujo traço característico é determinado pelas necessidades de nutrição da vegetação a ser introduzida. Este produto é constituído em 100% por fibras vegetais

dilaceradas e desidratadas, entrelaçadas e incorporadas em redes de polipropileno nos dois lados e uma terceira malha, estável à ação dos raios ultravioleta por meio de costura longitudinal por processo industrial, com fios resistentes de polipropileno, com espaçamento de 5 cm entre os fios e de 6 cm entre os pontos, formando uma trama que confere alta resistência e longevidade ao produto.

5.2 Corredores ecológicos em bacias de rios nascentes no município

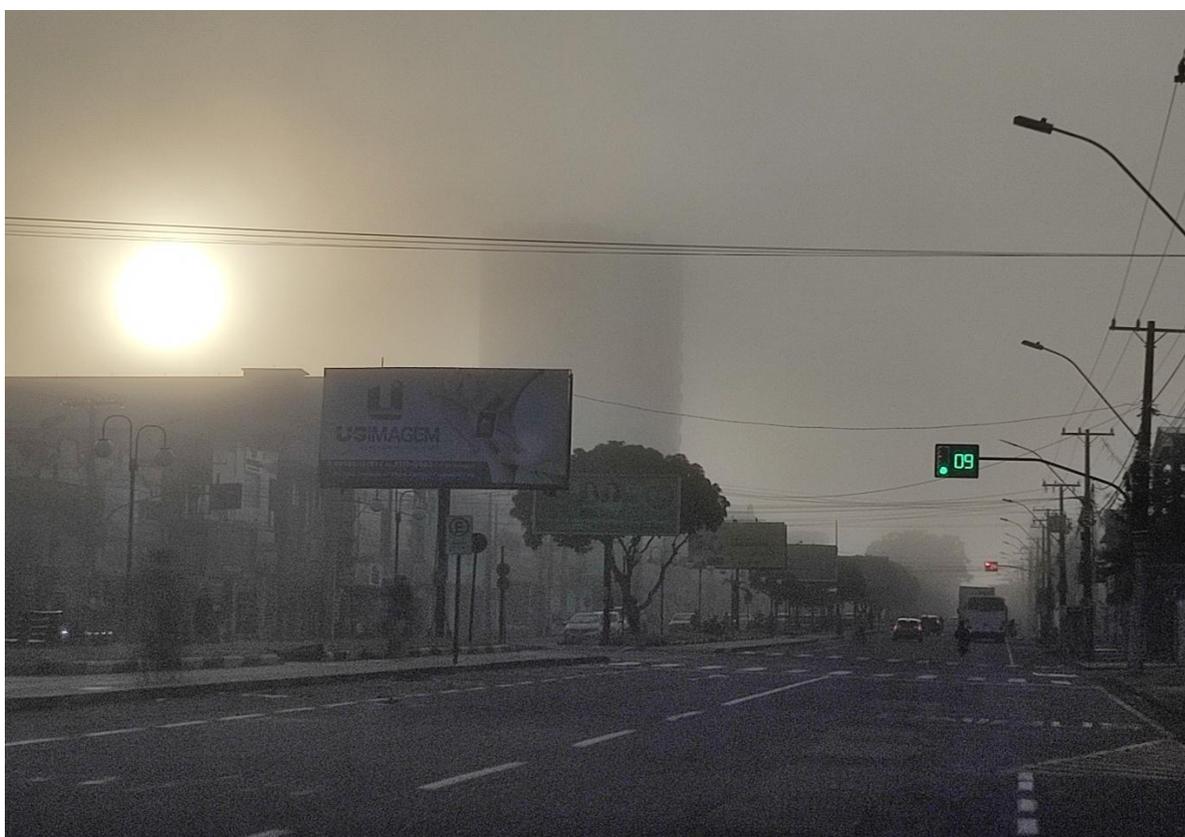
Os corredores ecológicos são “áreas que contêm ecossistemas florestais biologicamente prioritários e viáveis para a conservação da biodiversidade (...). Sua função é propiciar uma proteção efetiva da natureza, reduzindo ou prevenindo a fragmentação das florestas existentes por meio da interligação entre diferentes modalidades de áreas protegidas e outros espaços com diferentes usos do solo” (Ministério do Meio Ambiente, 2015). No caso de Castanhal, em que existem hiperfragmentação de bosques nativos em razão da acentuada atividade agropecuária de décadas, é necessário fazer-se a interligação desses fragmentos a fim de se oportunizar a manutenção da biodiversidade e mesmo regenerar as áreas degradadas pela atividade econômica do agronegócio. Com isso, possibilita-se a migração e circulação de pequenos mamíferos, como cotias, pacas e macacos, que são responsáveis pela sementeira de plantas e árvores, através do consumo de frutos e pelas fezes.

A interligação poderá estar associada às condições atmosféricas únicas da cidade e município de Castanhal. Isto porque entre os meses de fevereiro a junho, com estação chuvosa severa, é possível observação quase diariamente os nevoeiros que encobrem a cidade, o que é bom sinal. Em geral, o nevoeiro é umidade que se condensa próximo ao solo, em pequenas gotículas de água, quando a umidade relativa do ar encontra-se acima de 90%, com o vento fraco ou calmaria (falta de vento) e baixa temperatura.

Em recente estudo descobriu-se que há várias espécies de plantas, principalmente algumas encontradas em ambientes com presença de nevoeiro, que absorvem água pela raiz e pelas folhas. Em períodos com pouca ou nenhuma ocorrência de chuvas, a neblina pode ser a única fonte de água para uma vegetação.

A conclusão do estudo *Towards a more comprehensive understanding of fog foliar water uptake*, de Daniela Boaneres de Souza (UFMG, 2020) foi que a absorção foliar de água, principalmente de neblina, exerce papel fundamental na manutenção de várias plantas em seus habitats naturais. Além disso, ao absorver maior quantidade de água, ainda que em ritmo lento, seria a melhor estratégia para as plantas lidarem, em longo prazo, com as mudanças climáticas, como autênticas fábricas de água.

Imagem 6 – Típico nevoeiro que acomete a cidade nos meses chuvosos, na avenida Barão de Rio Branco, Castanhal (PA)



Fonte: Os Autores

Com o tempo pode-se garantir o avanço das matas ciliares para além das bordas de rios e igarapés, interligando-se, através de nascentes comuns – como é o caso de uma das nascentes do rio Apeú, na vila de Pacuquara, próxima à nascente do braço esquerdo do rio Marapanim –, bacias hidrográficas que têm no município de Castanhal seus nascedouros. Por isso é oportuno criar-se unidades de conservação em nascentes e cursos de rios e igarapés – mesmo porque são áreas de proteção permanente – pois assim pode-se manter e restaurar a conectividade

da paisagem, oportunizando-se o fluxo genético de populações e a sobrevivência de comunidades biológicas, o que pode assegurar a biodiversidade. De quebra, garante-se a gestão do território em escala regional destinada a contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Além disso tudo, evita-se o avanço de condomínios e outros empreendimentos em nascentes, o que causa a privatização de bem público e mesmo a destruição e aterramento destes nascedouros e fábricas de água. Com isso, pode-se construir um modelo de gestão territorial e ambiental que englobe ecossistemas inteiros, para a conservação, o uso sustentável dos recursos naturais e a repartição equitativa da riqueza gerada, em extensões de áreas naturais, de forma contínua, impedindo o isolamento entre os indivíduos de uma mesma espécie animal, e oportunizando a continuidade de florestas pela ligação entre ecossistemas. Por isso a importância de interligar os cursos d'água que fazem parte da bacia do rio Apeú, como o igarapé Cariri (nasce no Parque Natural), o Castanhal, o Itaqui, o Pacuquara e o Fonte Boa, só para termos exemplo de cursos que são contíguos. Da mesma forma os cursos d'água que correm para a bacia do rio Marapanim, como o igarapé do Moura.

Inclusive a equipe do L'ANTRO colaborou, com informações científicas, em projeto de lei municipal que instituía, ao longo dos cursos d'água do município, unidades de conservação (UC), mesmo que naturalmente sejam áreas de preservação permanente (APP), segundo o Código Florestal (Lei 12.651/2012). Acreditamos que a garantia municipal destes espaços como UC, além de reforçar a preservação, pode canalizar recursos do ICMS Verde para a estruturação de trilhas ecológicas, favorecendo o ecoturismo, além de recursos para gastos com manutenção dos rios e igarapés, como desobstrução por árvores e assoreamento. Esta proposta foi encaminhada, via assessora parlamentar Carmem Quadros, para o vereador José Arledo Marques de Souza (Zé do Ovo), em novembro de 2024, mas em contato em março de 2025 o vereador alegou que o plenário da Câmara solicitou que a Prefeitura apresentasse o PL. Evidentemente, que o risco é que a proposta se perca nas águas revoltas da burocracia. Mas temos a tranquilidade de haver colaborado com potencial política pública. Mesmo porque não seria mais uma despesa para o erário público, e sim a garantia de mais espaços de lazer e pesquisas científicas no município, com garantia de recursos do ICMS Verde, que garante minimamente 20% deste com Unidade de Conservação. E somente Castanhal, de janeiro a abril de 2025, auferiu R\$671.582,36, com projeção de mais de 2 milhões em arrecadação para 2025.

Um bom exemplo para se iniciar uma interligação de corredor ecológico

talvez seja o aproveitamento de partes do igarapé Castanhal (ver Imagem 7) como área de reserva natural e equipamento urbano ecológico, justamente no trecho que vai da BR-316 até a rua Salvador Tracaiolli, no bairro Cariri. Inclusive a biorremediação poderá ser utilizada na recomposição da qualidade da água, além da possibilidade de trilhas como equipamento de lazer e qualidade de vida. Vejamos abaixo:

Imagem 7 – Fragmento florestal urbano e possível equipamento ecológico



Fonte: Google Maps

Como já atestado por nossos estudos a necessidade de ampliação de cobertura vegetal no espaço urbano da cidade é premente, dada amplitude térmica de quase 10° C entre área urbanizada e área vegetada. Os corredores ecológicos podem ser, nesse cenário, excelente condutores de fluxo urbano, uma vez que os canais em que se transformaram os igarapés podem ter reversão, no sentido de serem esses corredores iniciais, como o igarapé Castanhal, o Fonte Boa e o rio Apeú. A partir destes cursos d'água há possibilidade de saírem vias arborizadas

paralelas e transversais, somando-se à vegetação a ser implementada pelas vias urbanas, como Avenida Barão do Rio Branco e Comandante Assis, por exemplo. Nesta última, inclusive, ao largo do igarapé Castanhal existe uma estação de abastecimento de água da Cosanpa, o que atesta o lençol freático oriundo ainda do igarapé, sendo sinal de que com a revitalização das margens dos corpos d'água poderá haver revitalização de toda a cidade.

Alie-se a este fato favorável da disponibilidade de água na casco urbano da cidade a existência de terrenos baldios em grande quantidade, que poderão compor espaços para hortas urbanas, havendo proveito social bem mais interessante, para as transformações ecológicas, do que a simples especulação imobiliária que é o apanágio de segmentos da sociedade local em sua gana por vendas milionários destes espaços que unicamente servem ao abandono, implicando em insegurança pública e em focos de doenças e preocupações com a saúde pública. Vale destacar que a Constituição Federal de 1988 assegura que a propriedade atenderá a sua função social (artigo 5º, inciso XXIII), o que se dá com o aproveitamento racional e a utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente. Em consonância com a Constituição, o Código Civil (artigo 1.228, § 1º) assevera que

o direito de propriedade deve ser exercido em consonância com as suas finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados, de conformidade com o estabelecido em lei especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas.

No caso de Castanhal, e destacada o evidente aquecimento impingido às áreas urbanas edificadas, fica evidente que a função social dos terrenos baldios na cidade deva ser o aplacamento das altas temperaturas em uma cidade muito próxima da linha do Equador, região da Terra em que mais insidem verticalmente os raios solares, durante todo o ano. E essa função deve ser de equilíbrio ecológico, com instalação de hortas e jardins urbanos, e com equipamentos de lazer e desporto para o bom viver e bem-estar da população: mas ao que parece, esses terrenos “descansam”, aguardando a majoração acentuada do valor do índice nacional de custo da construção (INCC).

5.3 Trilhas em sítios arqueológicos e ecológicos

Nossa equipe de pesquisadores/as do L'Antro realizou trabalho de levantamento arqueológico em 2024, resultando em relatório disponível no site do PPGEEA (ver em: https://ppgeaa.propesp.ufpa.br/IMAGENS/noticias/publicar/novo/PPGEEA.Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADtio%20Arqueologia_Boa%20Vista%20%281%29.pdf). Neste estudo apontou-se a comunidade da Boa Vista como sítio arqueológico potencial. Esta comunidade é rural e está localizada na margem esquerda do Rio Apeú, caracterizada como agrovila, no processo de assentamento e colonização na região, que data do início do século XX. No entanto, conforme as materialidades encontradas, a existência de ocupação do sítio é bem mais distante, e pode remeter ao período pré-colonial brasileiro, posto que os fragmentos são diversos – cerâmica e faiança – e que há relatos de moradores de que havia um grande comércio, inclusive com depósito de sal, na vila, o que poderá nos levar à conclusão de que a vila era importante entreposto de comércio e assentamento na bacia do rio Apeú. Ela está distante cerca de 5 Km da BR-316, principal via rodoviária de acesso ao município de Castanhal.

A identificação do sítio (ver Imagem 8) foi feita a partir de caminhamentos em áreas de presença de terra preta arqueológica (TPA) e, seguindo as orientações dos relatos de moradores que encontraram material arqueológico, foi feita vistoria nas margens do rio Apeú, quando este estava em seu período de seca (2º semestre de 2023). O sítio arqueológico identificado é do tipo multicomponencial, caracterizado pela presença de fragmentos cerâmicos e líticos (lâminas de machado), bem como louças de porcelana, vidros e garrafas de grés, caracterizando-se por ser um sítio de constante ocupação humana (ver Imagem 9). No que concerne aos fragmentos de cerâmica e líticos podemos inferir que se trata de testemunhas materiais da presença de povos originários na região, e que requer estudos aprofundados e interdisciplinares para entender a forma de ocupação e de relações das populações indígenas com o meio ambiente no passado, ou seja, sua antropização pretérita que pode indicar o histórico de uso e ocupação do espaço, refletido ainda hoje. As materialidades aparecem associadas a Terra Preta Arqueológica (TPA), que se caracteriza por ser um solo escuro, rico em matéria orgânica e que atesta a presença de assentamento humano no local. Dada a espessura da camada de Terra Preta Arqueológica, não se trata de área de passagem ou ocupação esporádica e sim de ocupação mais perene. Os fragmentos encontrados são partes de vasilhas feitas com o uso de argila e possivelmente com tempero de caco moído e óxido de ferro, podendo ser de recipientes utilizados no ambiente doméstico para guardar, cozer e servir

alimentos, uma vez que apresentam marcas que apontam para esse uso.

Imagem 8 – Distribuição dos pontos do Polígono do Sítio Boa Vista

Sítio Arqueológico - Boa Vista

Pontos do Polígono do Sítio:

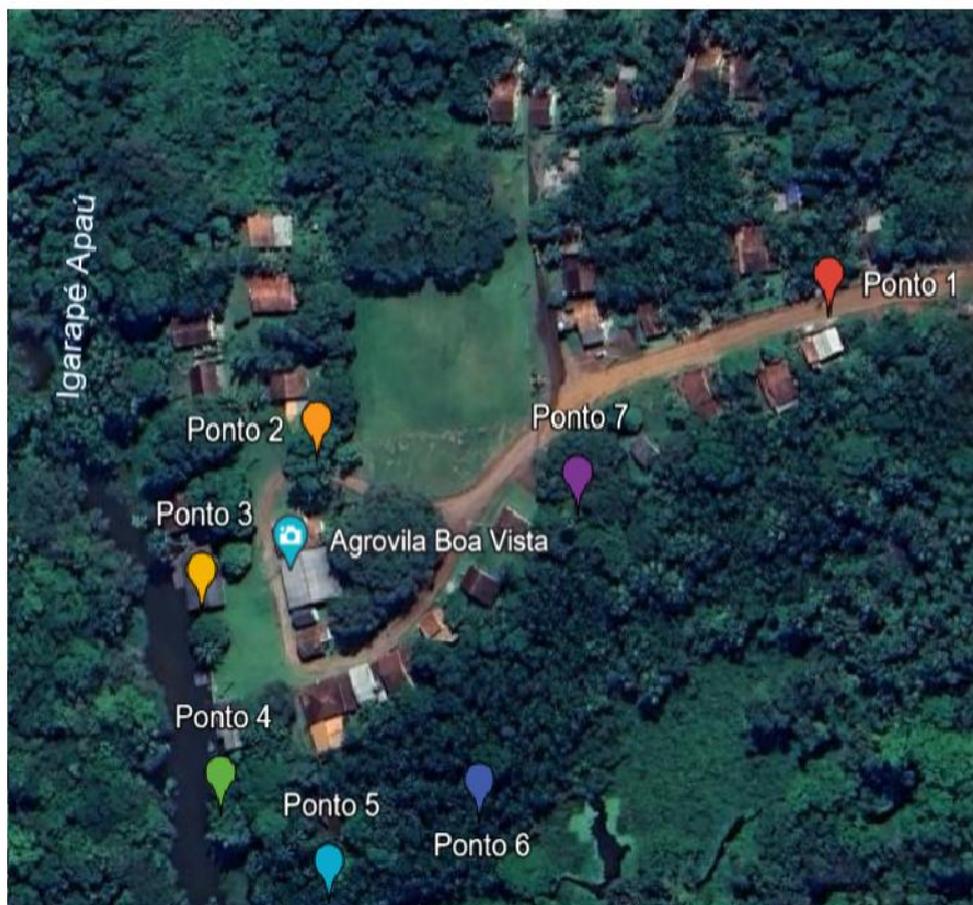
- Ponto 1:
1°21'31"S 47°59'03"O
- Ponto 2:
1°21'32"S 47°59'09"O
- Ponto 3:
1°21'34"S 47°59'10"O
- Ponto 4:
1°21'36"S 47°59'10"O
- Ponto 5:
1°21'36"S 47°59'08"O
- Ponto 6:
1°21'36"S 47°59'07"O
- Ponto 7:
1°21'33"S 47°59'06"O

Fonte dos dados:

Google Earth e
Mapeamento
de Campo

Produção:

Pedro Henrique do
Vale Guimarães
(PIBIC / FAPESPA)



Fonte: Os Autores

Imagem 9 – Fragmentos diversos em superfície: as setas vermelhas destacam os fragmentos cerâmicos; as setas verdes destacam pontos de carvão; a seta amarela destaca fragmento de faianças com decoração crinada azul marinho



Fonte: Os Autores

Mesmo com esse potencial arqueológico e etnohistórico, desconhecido pelo poder municipal, foi feito comunicado à administração, posto que o sítio encontra-se em Área de Influência Direta (AID) pela instalação do empreendimento do Centro de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos Regionalizado (CGIRS) do Consórcio Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos dos municípios de Castanhal, Inhangapi, Santa Maria do Pará, São Francisco do Pará e Santa Izabel do Pará (CONCISSS). Curiosamente, no Estudo de Impacto Ambiental conduzido pela Empresa Terra – Meio Ambiente, por contratação da Secretaria de Estado de Obras Públicas do Pará, para organização de EIA/RIMA, não ficou evidenciado a existência de potencial sítio arqueológico em área de AID, o que inclui a Comunidade de Boa Vista. Por isso, não houve a notícia de existência de bens acatados pelo IPHAN, e mesmo os estudos socioeconômicos realizados, por ocasião do EIA/RIMA, não apontaram nada nesse sentido. Provavelmente porque o/a pesquisador/a, que conduziu os estudos de teor arqueológico, limitou-se a fazer levantamento do estado da arte (documentos e publicações científicas), e por possivelmente não ter ido a campo;

e se o foi realizou levantamento insuficiente junto à comunidade, por possíveis limitações metodológicas, posto que nossa intervenção em campo foi muito mais significativa nesse sentido. O resultado é que no EIA/RIMA em nenhum momento existe informação acerca do potencial arqueológico, o que, pela ausência, qualifica o empreendimento sem risco aos bens culturais locais: mas a inexistência de informação e estudo não significa inexistência de materialidades, uma vez que nossa instituição UFPA, como IES de caráter científico, está habilitada a realizar os levantamentos necessários, o que assim o fez e pode encontrar significativas materialidades, por isso a necessidade de salvaguarda e quiçá resgate do material, mesmo que não haja ainda acautelamento.

Segundo o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), o órgão da União responsável por dar direcionamentos acerca da conservação, salvaguarda e monitoramento dos bens culturais brasileiros inscritos na Lista do Patrimônio Mundial e na Lista o Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade, inclusive de caráter arqueológico, deve haver consulta no licenciamento de qualquer empreendimento que potencialmente afete os bens culturais no país, como é o caso de licenciamento de Infraestrutura Urbana, como áreas de destinação de resíduos sólidos / lixo (lodo, sólidos, aquoso, sanitário) e estações de transbordo, o que é especificado na Instrução Normativa 01/2015 – IPHAN, que Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe. Esta Instrução Normativa determina que o IPHAN, quando instado, deve se manifestar nos processos de licenciamento ambiental federal, estadual e municipal em razão da existência de intervenção na Área de Influência Direta - AID do empreendimento em bens culturais acautelados em âmbito federal, como é o caso da Comunidade da Boa Vista, situada no raio da AID.

Este é um exemplo da necessidade de ação conjunta entre as instituições de pesquisa científica e os órgãos de governo atuantes no município, uma vez que nossa descoberta, na Boa Vista, além de ter um teor de avanço científico nacional e mundial, pode ser a garantia de realização de bioeconomia ou etnoeconomia, uma vez que a descoberta de materialidades pode promover o ecoturismo e o turismo cultural, com a organização de espaços de extroversão e visitação, atreladas a trilhas ecológicas e etnohistóricas. Por si só, e aliado aos corredores ecológicos, pode-se por Castanhal no cenário de referência científico e cultural, com a inclusão das comunidades na organização dos espaços e na instalação de cadeia produtiva da cultura e das artes.

CONCLUSÕES

Como construir coletivamente proposições? A lei 6938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, preceitua que em seu art. 2º, inciso I, a necessidade de “ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo”. Esta ação deve ser obrigatoriamente compartilhadas pelos “órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental”, a fim de constituírem o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA (art. 6º).

Compreende-se, dessa forma, que todas as entidades do poder executivo devem agir em colaboração e interação para a efetivação de políticas públicas em defesa do meio ambiente, inclusive as instituições de ensino e pesquisa, como a UFPA, uma vez que os estudos e pesquisas implementados pelos grupos da instituição, como o L'ANTRO podem favorecer os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, tais como o zoneamento ambiental; a avaliação de impactos ambientais; a produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental; o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente; e a criação de reservas e estações ecológicas, áreas de proteção ambiental e as de relevante interesse ecológico. Todas estas iniciativas corroboram o art. 9º da lei acima aventada.

Por tudo isso há necessidade de aproximação entre os entes, e nós, em particular, ao tomarmos a iniciativa de construir um Relatório de Estudos Antrópicos (REA) insistimos no necessário estabelecimento de diálogo interinstitucional a fim de coletivamente organizarmos e executarmos políticas públicas favoráveis ao meio ambiente seguro, estável e de bons serviços ecossistêmicos à população de Castanhal. Com isso, acreditamos que estamos fazendo nossa parte nesse diálogo e esperamos, a partir do REA, abrir um flanco para aproximações. Mas há necessidade que os entes públicos, como Estado e Município, queiram responder ao nosso chamado, para o efetivo estabelecimento do diálogo. Isto porque tudo inicia pela disposição de dados e informações exatas e necessárias para haver pesquisa científica, levantamentos *in situ* e organização de dados a serem *leit motive* do trabalho acadêmico e científico. Não esquecer, nesse diapasão, que a Lei da Transparência, oficialmente conhecida como Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011), é uma lei que estabelece a obrigatoriedade da Administração Pública de divulgar informações de interesse geral, permitindo que qualquer pessoa tenha acesso a documentos e informações

dos órgãos públicos, favorecendo não apenas o controle social, mas principalmente assegurando aos parceiros a possibilidade de, com a posse dos dados, elaboração propostas e executar a gestão de projetos sociais para o atendimento de demandas dos munícipes, no caso de Castanhal. E de quebra ainda combater a corrupção e aumentar a eficiência do poder público.

Por tudo isso, a pesquisa científica desempenha um papel fundamental na proteção do meio ambiente, fornecendo conhecimento essencial para compreender os desafios ecológicos e desenvolver soluções eficazes, tais como:

1. Monitoramento e Diagnóstico Ambiental

Pesquisas científicas permitem o monitoramento contínuo de ecossistemas, identificando alterações na biodiversidade, qualidade da água, do solo e do ar. Por exemplo, laboratórios ambientais realizam análises químicas e microbiológicas que ajudam a detectar poluentes e avaliar riscos à saúde pública e à biodiversidade.

2. Desenvolvimento de Tecnologias Sustentáveis

A ciência contribui para o desenvolvimento de tecnologias que promovem a sustentabilidade. Pesquisas em ecologia e evolução, como as realizadas pelo Laboratório de Ecologia e Evolução, investigam os efeitos do aquecimento global sobre populações de libélulas, fornecendo dados para estratégias de conservação adaptativas.

3. Formulação de Políticas Públicas Ambientais

O conhecimento gerado pela pesquisa científica é crucial para a elaboração de políticas públicas eficazes. Estudos sobre o impacto das atividades humanas no meio ambiente fornecem dados que orientam decisões governamentais voltadas para a conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

4. Educação e Conscientização Ambiental

A pesquisa científica também desempenha um papel importante na educação ambiental. Ao divulgar resultados de estudos, os cientistas contribuem para a conscientização pública sobre questões ambientais, incentivando comportamentos mais responsáveis e sustentáveis na sociedade.

5. Preservação da Biodiversidade

Iniciativas de pesquisa focadas na conservação de espécies ameaçadas, como o trabalho realizado pelo Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ) com o

mico-leão-preto, demonstram como a ciência pode ser aplicada para proteger a biodiversidade e restaurar ecossistemas degradados.

Em resumo, a pesquisa científica é uma aliada indispensável na proteção do meio ambiente, fornecendo as ferramentas e o conhecimento necessários para enfrentar os desafios ecológicos atuais e futuros. Aliado a esta constatação, a crescente complexidade dos problemas ambientais exige ações coordenadas entre diferentes setores da sociedade. Nesse contexto, o trabalho interinstitucional se apresenta como uma estratégia essencial para a promoção de soluções sustentáveis e eficazes na preservação e recuperação do meio ambiente.

Estes atributos, declarados acima, são inclusive Missão da UFPA, enquanto instituição que deve produzir, socializar e transformar o conhecimento na Amazônia para a formação de cidadãos capazes de promover a construção de uma sociedade inclusiva e sustentável. E uma cidade e um município inclusivos e sustentáveis, a exemplo de Castanhal, devem ter três princípios faltantes em nossa municipalidade:

- a) Pleno acesso dos cidadãos e das cidadãs: aos espaços e informações públicas; a vias desobstruídas, serviços de saneamento e passeios públicos; a dados e processos municipais; a aparelhos culturais, de lazer e ambientais, em áreas urbanas e rurais, disponíveis para o bem-estar social; ao consumo de víveres e de produtos saudáveis originados de forma sustentável;
- b) Disponibilidade de meio ambiente saudável, com: a preservação de áreas de proteção da fauna e da flora em unidades de conservação; a garantia de uso sustentável das bacias de rio e igarapés para uso em trihas e estudos científicos; a preservação da etnohistória local e organização de plano de manejo em comunidades tradicionais; monitoramento e fiscalização de empreendimentos potenciais causadores de impactos ambientais; e
- c) interação entre instituições públicas e privadas, das várias esferas governamentais e sociais, com amplo planejamento estratégico e participativo que as envolva, e possibilite a produção, partilha e acesso a dados e informações relevantes para a produção de projetos e ações inclusivas e colaborativas.

A cooperação entre instituições públicas, privadas, organizações não governamentais e centros de pesquisa permite o compartilhamento de conhecimentos, recursos e experiências. Essa integração fortalece a implementação de políticas ambientais, amplia a fiscalização de práticas ilegais e promove ações educativas e preventivas junto à população. Além disso, muitas questões ambientais, como mudanças climáticas, gestão de resíduos, conservação da biodiversidade e uso sustentável dos recursos naturais, transcendem as competências de uma única

instituição. Somente com o trabalho conjunto é possível enfrentar esses desafios de forma sistêmica e articulada. Portanto, a articulação interinstitucional não apenas potencializa os resultados das iniciativas ambientais, como também promove a governança participativa e o engajamento social. Investir nesse tipo de cooperação é um passo fundamental para garantir um futuro mais equilibrado e sustentável para as próximas gerações. Com este relatório acreditamos ter dado nossa colaboração para o início do diálogo, agora aguardamos a contrapartida e contato das demais instituições para seguirmos juntos e de forma coparticipativa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. C. P. D. *Caracterização física e classificação dos solos*. Universidade Federal de Juiz de Fora, p. 145, 2005.
- BARBOSA, M.; FURRIER, M. Caracterização geomorfológica com apoio de índices morfométricos: o estudo de caso da bacia do rio gurujá. *Cadernos do Logepa, João Pessoa*, v. 6, n. 1, p. 1–24, 2011.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. Piracicaba: Livroceres, 392p. 2017.
- BRASIL, I. *Censo demográfico 2022. Dados nacionais. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Brasil: IBGE, 2010.
- CARVALHO, R. L. et al. Pervasive gaps in amazonian ecological research. *Current Biology*, Elsevier, v. 33, n. 16, p. 3495–3504, 2023.
- CASTANHAL. Plano de manejo do Parque Natural da Cidade. Castanhal: SEMMA, 2021.
- COLEÇÃO 9 da *Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil*. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.58053/MapBiomias/XXUKA8>.
- CORCIOLI, G. *Indução de deficiências nutricionais em mudas de mogno africano (Khaya ivorensis A. Chev.)*. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.
Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/403564/solos-e-avaliacao-da-aptidao-agricola-das-terras-do-municipio-de-castanhal-estado-do-para>.
- CRUZ, Ernesto. *A estrada de ferro Belém-Bragança*. Belém: SPVEA, 1955.
- E. J. M.; ROLIM, P. A. M.; SILVA, E. S.; PEREIRA, I. C. B. *Solos e INMET*, 2021.
- GUIMARÃES, Pedro et al. Análise de Índices Espectrais e Temperatura da Superfície para Estudo do Impacto da Urbanização nas Ilhas de Calor em Castanhal-PA. In: ANAIS DO XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2025, Salvador. Anais eletrônicos..., Galoá, 2025. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2025/trabalhos/analise-de-indices-espectrais-e-temperatura-da-superficie-para-estudo->

[do-impacto?lang=pt-br](#)> Acesso em: 21 Maio. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *IBGE Cidades*, 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/> .

KAZA, S. et al. *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. [S.l.]: World Bank Publications, 2018.

LAMPRECHT, H. *Silvicultura nos trópicos*. Eschborn: (GTZ) Gmbh. Trad. Guilherme de Almeida Sedas e Gilberto Calcagnotto. 343 p, 1990.

LEMMENS, R. H. M. J. *Khaya ivorensis A.Chev. [Internet] registro de Protabase*. Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A.; Brink, M. (Editors). PROTA (Recursos Vegetais 33 da África Tropical / Recursos de l'Afrique vegetales tropicale), Wageningen, Holanda, 2008. Acessado em 14 de fevereiro de 2017.

LEPSCH, I. F. *19 lições de pedologia 2. ed.* -- São Paulo: Oficina de Textos, 2021.

LORENZO, M. (2010). *Pedologia - Intemperismo e Pedogênese*. Disponível em: <https://marianaplorenzo.wordpress.com/2010/10/15/pedologia-intemperismo-epedogenese/>. Acesso em: 15 out. 2023.

MARANDO, F. et al. Urban heat island mitigation by green infrastructure in european functional urban areas. *Sustainable Cities and Society*, Elsevier, v. 77, p. 103564, 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Série corredores ecológicos: 12 anos de trabalho pela conservação da biodiversidade nacional / Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2015.

MONTEIRO, L. H. C.; UCHÔA, P. B. M. *Florística e estrutura fitossociológica do componente arbóreo do Parque Natural Municipal de Castanhal*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado do Pará, Castanhal, 2024.

NEVES, E. G. *Terras pretas da amazônia: legado de ocupações indígenas milenares*. In: [S.l.]: Editora da PUC-RJ, 2022.

OKE, T. R. *Boundary layer climates*. [S.l.]: Routledge, 2002.

PANINI, R. L., ARAÚJO, M. A., GONÇALVES, J. V. F., USHIWATA, S. Y., BATISTA, M. A., & INOUE, T. T. *Classificação de solos e caracterização de atributos físicos de solos de uma topossequência do Arenito Caiuá*. OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, 22(3), e3804, 2024. <https://doi.org/10.55905/oelv22n3-136>.

PEDOLOGIA - *Intemperismo e Pedogênese*. Disponível em: <https://marianaplorenzo.wordpress.com/2010/10/15/pedologia-intemperismo-epedogenese/>. 2010.

PENA, R. F. *Formação dos solos*. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/formacao-dos-solos.htm>. Acesso em: 13 set. 2023.

- PINHEIRO, A. L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D. T.; BRUNETTA, J. M. F. C. *Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos-africanos (Khaya spp.)*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura, 102 p, 2011.
- PONTES, J. DE, CHAVES, J. V. B., AIELLO, L. H. F., ALBIERO, D., & RIBEIRO, A. Írio. (2025). GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES NATIVAS UTILIZANDO HIDROSSEMEADURA EM SOLOS SUBMETIDOS A DIFERENTES MANEJOS SUPERFICIAIS. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, 14(1), e1588. <https://doi.org/10.23900/2359-1552v14n1-66-2025>.
- PRADO, H.; PRADO, T. A. B. *Pedologia Fácil - Aplicações em Solos Tropicais*. 6ª ed. Piracicaba: [Editora], 2022.
- Prado, H.
Manual de classificação de solos do Brasil. 3ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 194p.
- REN, Y. et al. The unrelenting global expansion of the urban heat island over the last century. *Science of The Total Environment*, Elsevier, v. 880, p. 163276, 2023.
- ROOSEVELT, A. et al. Paleoindian cave dwellers in the amazon: The peopling of the americas. *Science*, v. 272, p. 373–384, 04 1996.
- SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., ARAUJO FILHO, J. C., OLIVEIRA, J. B., & CUNHA, T. J. F. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. (5a ed.). Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2018.
- SANTOS, JTS; NUNES, HGGC; PONTES, AKS; SOUSA, LBC. O Modelo SWAT como ferramenta para gestão de recursos hídricos: Um exemplo aplicado no rio Apeú, Castanhal/PA. *REGA*, Porto Alegre, v.15, n.3, p.1-13, 2018.
- SILVA, J.; FILHO, J. A. P. Estudo comparativo entre técnicas de proteção superficial de taludes situados na rodovia sp-263: biomanta, hidrossemeadura e grama em placa. *Simpósio Internacional de Gestão de Projetos*, v. 7, 2018.
- SILVA, M. D. N. et al. Analisar e propor na gestão pública municipal de uma cidade amazônica a aplicação dos indicadores com a temática água da abnt nbr iso 37120: 2021. estudo de caso: Belém do Pará. *ARACÊ*, v. 7, n. 3, p. 13156–13173, 2025.
- SOUZA, Daniela Boaneres de. Towards a more comprehensive understanding of fog foliar water uptake. Belo Horizonte: UFMG, 2020. (Tese de Doutorado, Biologia Vegetal)
- SOUZA, Josilene do Carmo Mescouto de. *Fitorremediação de cádmio por Khaya ivorensis* A. Chev. Modulações ecofisiológicas e bioquímicas. 2018.
- SOUZA, E. P.; SILVA, I. F.; FERREIRA, L. E. Mecanismos de tolerância a estresses por metais pesados em plantas. *Current Agricultural Science and Technology*, 2011.
- TOLEDO, M. C. M. de. *Intemperismo e pedogênese*. Geologia. Tradução. São Paulo: USP/UNIVESP/EDUSP, 2014. Acesso em: 09 jan. 2025.
- VALE, J. R. B.; BORDALO, C. A. L. Caracterização morfométrica e do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Rio Apeú, Amazônia Oriental. *Formação (Online)*, v.

27, n. 51, p. 313-335, 2020

VALENTE, M. A.; SILVA, J. M. L. da; RODRIGUES, T. E.; CARVALHO, E. J. M.; ROLIM, P. A. M.; SILVA, E. S.; PEREIRA, I. C. B. *Solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do município de Castanhal, Estado do Pará*. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E). 2001. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/403564/solos-e-avaliacao-da-aptidao-agricola-das-terras-do-municipio-de-castanhal-estado-do-para>.

WALEED, M. et al. Towards sustainable and livable cities: leveraging remote sensing, machine learning, and geo-information modelling to explore and predict thermal field variance in response to urban growth. *Sustainability*, MDPI, v. 15, n. 2, p. 1416, 2023.