



**ENAN  
PUR** 2023  
Belém 22 a 26 de maio



## Por uma emergência de entendimento sobre os substratos naturais através do uso de SIG e SR na cidade de Macapá- AP, Amazonia Oriental.<sup>1</sup>

Patrícia Helena Turola Takamatsu  
Universidade Federal do Amapá

Fabiano Luís Belém  
Universidade Federal do Amapá

### Sessão Temática 04: Convergências entre Urbanização e natureza

**Resumo** A presente pesquisa tem como questão central avaliar a relação do substrato natural dentro da realidade da área urbanizada de Macapá-AP, como exemplo de análise do contexto amazônico. Objetiva elencar a necessidade de caracterizar o substrato natural enquanto realidade física complexa para as análises urbanas, buscando novas formas de observar os diferentes processos de produção, além de destacar revisões críticas aos padrões técnicos ainda adotados que, marcadamente, ainda tendem a descaracterizar as áreas como desprovidas de pré-existências ambientais. Adotou-se como metodologia a revisão bibliográfica e pesquisa documental conjugada à aplicação de análise cartográfica baseada na morfologia e geomorfologia urbanas. Para a caracterização da conformação do substrato natural adotou-se o geoprocessamento com SIG e SR. Como resultados obtidos, consolidou-se análises cartográficas e Modelos Digitais de Elevação, que destacaram dados geomorfológicos da retomada do relevo natural ocultado pela malha urbana, ainda atualizou outras características topográficas e geomorfométricas, como as conformações hidrográficas de fundo de rios. Como conclusões, tem-se que para além do resgate de dados pré-existentes sobre a temática, os acervo de dados computacionais amplia as possibilidades de interpretação dos analistas, não relegando os sistemas conceituais ou técnicos, além de buscar novas formas de apreender o espaço.

*Palavras-chave.* Substrato Natural; Urbanização; Geomorfologia; SIG; e, SR.

### For an emergence of understanding about natural substrates through use of GIS and SR in the city of Macapá-AP, Eastern Amazon

**Abstract.** The present research has as its central question evaluate the relationship of the natural substrate within the reality of the urbanized area of Macapá-AP, as an example of analysis of the Amazonian context. It aims to list the need to characterize the natural substrate as a complex physical reality for urban analyses, seeking new ways of observing the different production processes, in addition to highlighting critical revisions to the technical standards still adopted which, markedly, still tend to mischaracterize areas as devoid of environmental pre-existences. A bibliographic review and documentary research was adopted as a methodology, combined with the application of cartographic analysis based on urban morphology and geomorphology. For the

<sup>1</sup> Agradecimentos a CAPES pela execução do projeto DINTER-UNIFAP em convenio com o PROURB-UFRJ..

*characterization of the conformation of natural substrate, geoprocessing with GIS and SR was adopted. As results obtained, cartographic analyzes and Digital Elevation Models were consolidated, which highlighted geomorphological data of the resumption of natural relief hidden by the urban fabric, also updated other topographic and geomorphometric characteristics, with the hydrographic conformations of river bottoms. In conclusion, in addition to recovering pre-existing data on the subject, the collection of computational data expands the analysts' interpretation possibilities, not relegating conceptual or technical systems, to seeking new ways of apprehending the space.*

*Keywords: Natural Substrate; Urbanization; Geomorphology; GIS; and, SR*

## **Para una emergencia de comprensión sobre los sustratos naturales a través del uso de SIG y RS en la ciudad de Macapá-AP, Amazonía Oriental.**

**Resumen.** *La presente investigación tiene como interrogante central evaluar la relación del sustrato natural dentro de la realidad del área urbanizada de Macapá-AP, como ejemplo del contexto amazónico. Tiene como objetivo enumerar la necesidad de caracterizar el sustrato natural como una realidad física compleja para los análisis urbanos, buscando nuevas formas de observar los diferentes procesos de producción, además de resaltar revisiones críticas a las normas técnicas aún adoptadas que, notablemente, todavía tienden a caracterizar erróneamente áreas como desprovistas de preexistencias ambientales. Se adoptó como metodología revisión bibliográfica y investigación documental, combinada con la aplicación del análisis cartográfico basado en la morfología y geomorfología urbana. Para la caracterización de la conformación del sustrato natural se adoptó el geoprocésamiento con SIG y SR. Como resultados obtenidos, se consolidaron análisis cartográficos y Modelos Digitales de Elevación, que destacaron datos geomorfológicos de la reanudación del relieve natural oculto por la trama urbana, además actualizaron otras características topográficas y geomorfométricas, como conformaciones hidrográficas de los fondos de ríos. En conclusión, además de recuperar datos preexistentes sobre el tema, la recolección de datos computacionales amplía las posibilidades de interpretación a analistas, no relegando sistemas conceptuales o técnicos, además de buscar nuevas formas de aprehensión del espacio.*

*Palabras clave: Sustrato Natural; Urbanización; Geomorfología; SIG; y, RS*

### **1. Introdução**

A realidade urbana de inserção em uma “selva amazônica” da cidade de Macapá, localizada na região Norte do Brasil, cria, a princípio, uma expectativa de vínculos ambientalmente harmônicos e culturalmente ricos em suas relações socioambientais, que confronta uma constante consternação diante dos dramas contemporâneos de políticas de preservação ambiental diante dos crescentes desmatamentos da floresta (PINTO, 2014).

O famigerado contexto amazônico encontra ponto de apoio em Becker (2013) na identificação de uma “urbe amazonida”, levantando a percepção de que durante a virada do século XX houve a verificação reforçada da existência de uma diferenciação espacial dos espaços urbanos amazônicos. Mas, apurou-se que os processos de urbanização dos núcleos iniciais lançados, desde o início da colonização brasileira, não promoveram o desenvolvimento esperado até hoje.

Assim, a Amazônia foi sendo construída através de diversos discursos e representações. Em foco em uma realidade urbana específica, é necessário lançar luz aos fatores que emolduraram a diferenciação de tais espaços. Por essa razão, é necessário focar na contribuição de novos entendimentos para os processos de urbanização das cidades amazônicas e, mais especificamente, em Macapá.

Aqui lança-se divergentes correntes da ecologia política que Ferry (2021) categoriza, para resgatar as visões ecológicas da Amazonia, como representações possíveis atuais que ela possa enquadrar, mas também se destaca se uma nova revisitação dos conceitos de Becker (2013) que natureza e cidade permanecem como entidades apartadas. Hoje, a relação de conservação e de desenvolvimento foi se firmando antagonicamente, até o ponto em que, aparentemente, o espaço do campo, ou rural, que no caso da Amazônia é o espaço da floresta e das águas, passou a não ser entendido como pertencente ao âmbito da urbanização.

No que diz respeito ao caso mais específico de Macapá sobre o qual se debruça essa pesquisa, os temas de pesquisas recorrentes aos campos correlatos ao urbanismo acabam tratando de pontos muitos similares, como a necessária ampliação da importância geográfica do Amapá, de sua capital, ou a necessidade de um resgate das caracterizações históricas e patrimônios culturais (em especial da Fortaleza de São José de Macapá), dentre os exemplos de estudos mais comuns.

Como referencial inicial, procedeu-se ao agrupamento de mais de 116 referências científicas bibliográficas, localizadas no período de 2018-2020, diretamente ligadas a temática aqui abordada, classificando-as em sete categorias temáticas: 1) cidades na Amazônia, ocupação e urbanização; 2) formação histórica/cultural do Amapá; 3) relações geopolíticas da/ na Amazônia; 4) planejamento urbano e os seus efeitos na urbanização; 5) caracterizações dos processos de urbanização; 6) problemas ambientais no espaço urbano; e, 7) precarização da urbanização em Macapá (TAKAMATSU, 2021).

O caráter implícito citado pelas categorias expõe a problemática trazida pela dicotomia entre o meio urbano e o meio natural que é constantemente reproduzido, circundando os polos cidade *versus* natureza, floresta *versus* terra-firme, área úmida *versus* seca, desenvolvido *versus* subdesenvolvido. Assim, as referências que abordam os enfoques de discussão para a cidade de Macapá, em busca de sua caracterização e diferenciação de contextos, devem ser reanalisadas para não se posicionarem em prol de algum dos extremos.

Tais situações-problema incluem a malha urbana, a qual, neste trabalho, foi exposta no contexto amazônico, e objetivaram, portanto, entender o tecido urbano e elevar suas características para além das dicotomias apontadas. Buscou-se, assim, entender a malha incluída nos diversos momentos de apropriação do espaço e na conformação de diferentes vínculos com o substrato natural amazônico elencando-o como relevante.

Ressalta-se que a fundação dos núcleos urbanos iniciais amazônicos sofreu forte influência inicial do período em que vigorou o projeto colonizador português, realizado com base no urbanismo pombalino. Essa fundação, que possui características próprias atreladas à forma barroca, originou o traçado de malha ortogonal e regular (Figura 1) que se observa inicialmente em Macapá. Diferentemente de outras cidades do Brasil, o traçado em questão faz parte de um segundo momento da colonização portuguesa, posterior em três séculos ao descobrimento do Brasil. Nesse segundo processo, alterou-se a lógica constante de conformação de um espírito de proteção para promover a manutenção da posse das terras e, assim, transmutar-se em um projeto de ocupação (ARAÚJO, 1998; CARVALHO, 1998).

Como fundamento inicial e contexto de estudo, considera-se a urbanização de Macapá como exemplo de cidade amazônica conformada no séc. XXI, através da transformação do núcleo urbano primários para ocupação da Amazonia, que inicialmente aquele período, não alterou suas lógicas de implantação colonial e a inclui na rota da globalização. O destaque atribuído aqui explica-se por sua implantação no período pombalino na Amazônia, cuja fundação ainda busca uma modernidade urbana e arquitetônica através traçado rígido e abstrato de uma malha ortogonal que desconsidera o meio natural sobre o qual ele se implanta (Figura 01).



**Figura 1.** Vista aérea em perspectiva da área urbanizada central de Macapá consolidada até aproximadamente 1966 – marcação indicativa a partir da Fortaleza de São José (à esquerda inferior, junto ao Rio Amazonas) em direção ao Aeroporto Internacional (à direita superior da imagem) (fonte: adaptado pelos autores a partir de imagem extraída do Google Earth, 2019).

Observou-se os processos de urbanização da cidade de Macapá em seu atual desenho urbano, emerge a necessidade de uma análise sobre a associação entre traçado urbano e meio natural numa perspectiva que seja capaz de incluir as diferentes variáveis e visões das anteriormente descritas.

Com isso, conforme ilustrado no diagrama da Figura 2, buscou-se entender quatro componentes norteadores da pesquisa, que se encontram, preliminarmente, conectados à construção das relações, a saber, a malha urbana, o substrato natural, o contexto amazônico e a cidade de Macapá.

Como objetivo da pesquisa elencou-se a necessidade de caracterizar o substrato natural enquanto realidade física complexa do contexto da análise urbana; analisar as mudanças na relação entre os diferentes processos de produção do substrato natural ao longo do tempo frente a existência da malha regular; e, contribuir com uma revisão crítica dos padrões técnicos dos desenhos e morfologias urbanas ulteriores, visando uma melhor compreensão às características específicas do meio amazônico.



**Figura 2.** Diagrama esquemático de conceitos chaves da pesquisa (fonte: elaborada pelos autores, 2018).

Para conduzir o estudo da relação entre cidade e substrato, adotou-se como metodologia a revisão bibliográfica e pesquisa documental conjugada à aplicação de análise cartográfica baseada na morfologia e geomorfologia urbanas possibilitando a confrontação da teoria com a realidade empírica. A análise cartográfica realizada buscou rever os dados históricos e levantar aspectos de

confirmação e aprofundamento sobre a base do uso de Sistema de Informação Geográficos – SIG e de Sensoriamento Remotos – SR, voltados para o aprofundamento da realidade urbano ambiental.

Desse modo, os seguintes pontos iniciais foram propostos, buscando-se prever suas implicações sob o olhar das referências teóricas:

- A diferenciação e a especificidade do substrato natural no contexto amazônico.
- A especificidade da atual conformação urbana de Macapá e suas caracterizações formais e espaciais.
- O apagamento do substrato natural, frente ao entendimento de um domínio de uma malha isotrópica, regular e ortogonal.

Dada a escassez temática para as análises da aplicação nesse estudo de caso, esta pesquisa focou na consolidação de dados primários através da realização de mapeamentos exploratórios quali-quantitativos das áreas abordadas em Macapá. Foram utilizadas fontes iniciais de dados para a reconstituição geomorfológica proposta do substrato natural anterior à urbanização assim como a análise das modificações.

Assim, realizou-se o tratamento digital das informações geográficas disponibilizadas, adotando técnicas de geoprocessamento e SR, com a utilização de softwares como AutoCAD®, o AutoCAD Map®, ArcGis 10.4®, visando elaborar mapas de figura-fundo, mapas de trajetória do desenho urbano, geoprocessamento e cartografia temática. Para caracterização do substrato, foram elaborados mapas planialtimétricos, declividades, contexto de bacias hidrográficas, áreas geomorfológicas e outros tipos de mapeamentos conforme a necessidade das análises propostas.

Ademais, também foram averiguadas as apropriações e relações estabelecidas entre variáveis de análise, envolvendo as características topológicas, morfológicas e geomorfológicas, não descaracterizando que essas emergem de uma realidade social urbana para além de uma realidade abstrata da malha e do substrato,

### *1.1 Por uma conformação de um substrato natural*

A relações com o substrato podem ser entendidas de formas diferentes a depender do campo do saber. Para um ambientalista, a palavra substrato, frente à floresta amazônica, pode se referir ao extrato de matéria orgânica que recobre o solo. Para um geólogo, o substrato pode se referir às potencialidades e características mineralógicas de um determinado terreno. Para um construtor, o substrato de um terreno é a parte na qual ele deve remodelar para que seja exequível a fundação e implantação de uma edificação, incluindo cortes e aterros, onde devem ser fixados muros de arrimo ou preparação para estruturas subterrâneas, como caixas de águas pluviais, os sistemas complementares de água e esgoto, por exemplo.

Há de se destacar que, diferentemente das questões relacionadas com a malha urbana, trabalhadas por autores de diversas áreas do conhecimento e do urbanismo, a apreensão do substrato natural alinha-se mais diretamente com as ciências da terra e as ciências biológicas na relação ecológica do meio natural, apartando-as das ciências humanas.

Conforme destaca Rebele (1994), vários estudos tratam do clima urbano, solo, flora, fauna, *habitats* urbanos e espaços verdes nas cidades, mas a maior parte deles trabalha para resolver problemas práticos do planejamento urbano, da proteção ambiental ou da conservação da vida selvagem urbana, desconsiderando que o desenvolvimento urbano está intimamente ligado à destruição de *habitats* locais e à eliminação das populações ecológicas locais. A urbanização e a construção civil consolidam um sistema abiótico que é frequentemente alinhado a um empobrecimento de nutrientes do solo, clima mais quente, falta de iluminação e uma enorme quantidade de solo preso entre as superfícies das edificações e ruas.

Para Gurnell *et al.* (2007), o desenvolvimento urbano impõe ao sistema hidrológico natural enormes mudanças, através da construção de superfícies impermeáveis e sistemas de drenagem de águas pluviais. A qualidade da água e dos sedimentos dos rios é afetada pela drenagem de águas pluviais e de águas residuais e se torna porta de entradas pontuais e difusas de poluentes. A rede de canais fluviais de aplicação de engenharia fluvial deveria melhorar o transporte das águas das cheias, mas impõe grandes mudanças nas características da rede fluvial e dos canais. A necessidade de reabilitação dessas redes, demanda aos esforços de compreensão científica, mas também da aceitação e apoio das comunidades urbanas e da integração no planejamento e *design urbano*, visando um acoplamento de recursos naturais e sociais voltados a uma sustentabilidade.

Discursões por uma ecologia que venha a agregar a realidade urbana, desde a década de 1990, ampliam a discussão da proposta de um urbanismo ecológico em que se reúna conceitos como: tempo, temas sociais, subjetividade, economia, recursos naturais, plantações. As propostas colocadas abarcariam a dimensão ecológica no espaço urbano ultrapassando as estruturas de mercado, por meio de infraestruturas e refletindo a contemporaneidade da sustentabilidade, dos recursos naturais e da inclusão social que extrapolassem questões apenas de governança, e se fizessem pensar em ciclos a partir da sua condição geográfica, ecológica, mais do que administrativa e integrar ao sistema topológicos (MOSTAFAVI *et al.*, 2019, p.91-93).

Sintetizando o conflito da apreensão urbano do substrato, Hardman (2019, p.196-197) alerta que:

Mas o problema inicial reside em que, para parte considerável de nossos colegas arquitetos, urbanistas e planejadores urbanos, **a ideia de projeto já contém em si, a certeza de um progresso**, de algum empreendimento edificante, de uma **vitória sobre as condições ambientais dadas**, mesmo que a história nos devolva na cara as ruínas de nossos desconcertos, de nossas falências, de nossa **terrível vocação predatória** (HARDMAN, 2019 *negrito nosso*).

Aqui busca-se retomar Ferreira (1997) da relevância, portanto, das análises do sítio e a formação da paisagem urbana através da abrangência de estudos topográficos, geomorfológicos e o uso do geoprocessamento. Usando a análise espacial dos mapas da cidade com o uso e ocupação do solo. Tal abordagem é longe de ser nova ao campo do planejamento urbano no Brasil (BATTY, 2007; MOURA, 2014; 2016). Mas, muitas vezes, o foco das análises topográficas gira entorno de demandas calcadas nos males que a ocupação urbana, tal qual realizada de forma precária, acarreta como as demandas de “soluções sanitárias” para situações de declividades acentuadas ou áreas de alagamento, à referência tecnicista para a perspectiva de moldar a topografia do relevo.

Além disso, as “soluções sanitárias” são justificadas pelas modificações necessárias referentes à impermeabilização excessiva ou como de soluções de salubridade para dotar de sistemas de saneamento e abastecimento de água. O resgate a apreensão do relevo, portanto, envolveria a abordagem além da geografia e da engenharia, atravessando os campos da cartografia, hidrografia e topografia. No caso de Macapá, um dos primeiros planos a abordar essa temática, antes de propor alterações no meio, foi o Plano da Fundação João Pinheiro de 1973.

Não que tais campos de estudos não sejam necessários, pelo contrário, são relevantes na proporcionalidade em que as ações de urbanização atualmente levada a cabo criam condições constantes para desastres naturais (NUNES, 2015). A situação elencada é de que as relações vistas a posteriori, não são reconhecidas como constantes e integradas a urbanização e acabam por condicionar a constância da vivência em “cidades extremas e lugares ruins” (VIGANÒ, 2012)

Como substrato, portanto, admite-se nesta pesquisa a noção conceitual daquilo que está sob o extrato urbanizado, isto é, aquilo cujas relações do ambiente urbano no espaço construído ainda interferem nas suas dinâmicas, em especial a terra e as relações hidrodinâmicas, visíveis ou não visíveis. As relações de relevo já deveriam estar impostas a uma abordagem de urbanização, entretanto, devido à dinâmica até hoje abordada, o relevo é considerado como integrante da base

de áreas de terra firme consolidadas, que já foram moldadas historicamente para adaptar-se às demandas humanas anteriores de tecnificação.

## 2. A emergência do substrato urbano frente a malha urbana

Ao elencar a malha urbana da cidade como apenas um de seus elementos, tem-se o primeiro questionamento de como delimitar tal conceito. Para entender a formação da cidade sem decorrer apenas em uma explanação historicista de como foram moldadas, dá-se importância à apropriação dos traçados urbanos e de como esses se criaram, aproximando-se das intenções e, fundamentalmente, de como essas ideais chegaram às terras da América para alcançar, enfim, as terras do Amapá.

Extrapolando-se o entendimento do tema da Amazônia restrito a si mesmo e o conjugando às temáticas urbanísticas relacionadas a discussão teórica das relações entre a malha e o substrato, incorpora-se a lente analítica da pesquisa proposta entre aspectos morfológicos e geomorfológicos urbanos, através do aprofundamento da literatura tanto ambiental quanto histórico.

A busca pela emergência das relações geomorfológicas urbanas também revela poucos estudos específicos. Por muitas vezes se entende que o espaço urbano não estaria incluso no campo da geomorfologia, pois o meio natural já estaria alterado pelo homem, restando apenas a geomorfologia natural o vínculo a paisagem, a qual comportaria analisar os substratos naturais (que fossem os intocados). O impacto do planejamento em exemplos de estudo de caso da aplicação do desenho urbano da malha isotrópica, no plano de concepção original das cidades desconsidera a geomorfologia anterior e, até mesmo posterior, sujeitando o meio urbano a “desastres naturais” (FERREIRA, 1997)

Assim, para a geomorfologia também é necessário emergir as relações com os sistemas de geoprocessamento na análise urbana. Apesar de os campos teóricos do geoprocessamento e da cartografia serem extensos e ricos, são pouco explorados diretamente ao urbanismo diante da ampliação do seu potencial para além de valor instrumental. Exemplo de abordagem do focado no urbano encontra-se nos estudos empreendidos por Moura (2014), nos quais são utilizadas ferramentas do geoprocessamento e da cartografia no contexto do planejamento urbano.

Já em relação à ausência de avaliação dos substratos naturais, Viganò (2018) e outros destacam que a abordagem do conflito das malhas urbanas com o meio natural se encontra no entendimento dos processos de difusão e de uso extensivo do território. A autora destaca a necessidade de se compreender as diferenças entre aspectos tradicionais e recentes, horizontais e verticais, integrados e justapostos que as apropriações dos meios geram. Desse modo, a crítica contemporânea da literatura urbanística realizada por Viganò (2018) soma-se ao posicionamento de Aureli (2011), que alerta quanto às contradições da forma urbana pura quanto às consequências do seu instrumento de ação extensamente utilizado: a grelha simples.

Aureli (2011) pondera que o processo de urbanização também trataria de ruralizar a cidade e urbanizar o campo, formando, assim, uma dupla agenda. O *grid* — a grelha, a malha urbana — torna-se, no contexto da promoção da ruralização da cidade, como instrumento de ampliação da cidade em uma analogia semelhante à gestão doméstica dos ambientes internos de uma residência privada em contraposição às gestões públicas, que se debruçariam apenas sobre espaços comuns. O processo de entendimento da cidade deixa de ser dialético e passa a ser incremental, para, depois, se tornar infinito de possibilidades pelo uso instrumental da malha (AURELI, 2011).

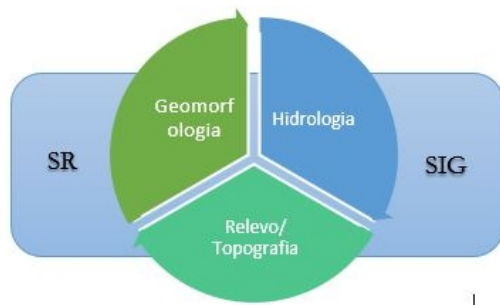
Rykwert (2006, p. 41) destaca que “as cidades são erguidas gradativamente por seus habitantes, ou numa escala maior, por obra dos especuladores ou das autoridades”. A formação dos traçados das cidades é considerada como um fenômeno regido por forças de mercado. Porém, Rykwert (2006) lembra que, além dos tópicos atuais de zoneamento (indústria, habitação, lazer etc.) ou de circulação, as novas cidades também se tornaram modelos que extrapola esses critérios. O autor

convoca, então, as cidades pós-modernas e suas formas a ressignificarem as construções sociais, e não mais trabalhar apenas com modelos de planejamento e formas abstratas.

## 2.2 Conformação instrumental e metodológica

A análise do substrato natural no contexto aqui buscado poderia dar vertente a diversas abordagens vinculadas às análises ambientais, como já referenciado anteriormente. Contudo, optou-se por abordar campos de saberes que poderiam instrumentalizar uma relação mais próxima com a especificidade da realidade amazônica.

Foram propostas três ênfases principais para averiguar as hipóteses lançadas. As ênfases analíticas, com isso, seriam as anteriormente citadas de: a geomorfologia, a hidrografia e o relevo/topografia, e são, portanto, campos intimamente ligados à análise da paisagem através do uso do SIG e SR conforme a Figura 03.



**Figura 3.** Diagrama esquemático das relações de campos do conhecimento com o buscado substrato natural (fonte: elaborada pelos autores, 2020).

Além da aplicação do SIG e do SR, nos dados sistemáticos de topografia, outros ramos do saber geográfico estão diretamente ligados ao Urbanismo como os ramos da geografia física e ambiental e suas ramificações na Geomorfologia e Geomática, abordando tanto aspectos dedicados ao conhecimento dos espaços quanto a instrumentalização de análises sistêmicas e holísticas da paisagem. O relevo, portanto, envolve uma abordagem além da geografia e da engenharia e atravessa os campos da cartografia, da hidrografia e da topografia.

Para a caracterização foram utilizadas as seguintes bases já existentes:

- Ortocarta de 2005 na escala 1:8000, de levantamento aerofotogramétrico contratado pela Prefeitura de Macapá – AP (2005-2007) para o recadastramento técnico multifinalitário de registro imobiliário (mobiliário, face de quadras e logradouros), para a base da planta genérica de valores da área urbana do Município, realizado pela empresa Aerocarta ®;
- Ortocarta de 2017[2015] do Levantamento Aerofotogrametria e Perfilamento a Laser, escala GSD 10 cm realizado pelo Esteio S.A para base cartográfica digital contínua do Estado do Amapá elaborado pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército - DSG (convenio SEMA/SEPLAN) e base cartográfica digital contínua produzida pelo Estado do Amapá;
- Base planialtimétrica da Prefeitura Municipal de Macapá 2001-2004 e seus subsídios para conformação do Plano diretor, Cartas de 2005 de levantamento Aerogeofísico, Aeromagnetométrico, Aerogamaespectrométrico, Aerofotogrametrias realizadas pelas Empresas responsáveis Lasa S.A e Aerocarta S.A;
- Análise documental da imagem aérea/ carta imagem do satélite Ikonos de 2001;
- Análise documental de imagens aéreas dos satélites Landsat/Copernicus ou Sentinel-2, do período de 1984- 2019;
- Planta planimétrica de Geocodificação antigo DPU s/d.



O objetivo principal do uso das bases indicadas foi elencar a diferenciação e a especificidade do substrato natural visando reconhecê-lo enquanto realidade física complexa. A apreensão do sítio no contexto amazônico, como base no estudo de Macapá-AP, pode-se dar através destas, para além da pesquisa bibliográfica, também possível também de se identificar pelos mapeamentos e dados relacionados à ênfase aqui buscada, visando ampliar os aspectos da pesquisa históricas e cartográficas já existente, mas com o tratamento desses dados para cruzamentos aos integrantes a outras pesquisas

Nesse contexto, cabe destacar a necessidade de retificação e estruturação das fontes de dados a este estudo, com tratamentos de melhoria digital de imagens, geoprocessamento, correções e interpretações necessárias, visando aprofundar as análises e parametrizar a comparação dentro do SIG e SR.

### *2.3 O uso do SIG e SR para a construção da representação do substrato natural*

A utilização do SIG e do SR não são estranhos ao campo do Urbanismo, conforme já abordado anteriormente. O SR foi inicialmente assimilado por relacionar a captação da realidade física visível no trabalho com fotografias e aviões, posteriormente agregando o uso de técnicas de estereoscopia e da aerofotogrametria, mas obteve grande incremento tecnológico principalmente após a Guerra Fria, com a adoção de sistemas complexos de satélites, GPS de precisão e VANTS, popularmente conhecidos como drones (AGUILAR *et al*, 2018).

O avanço tecnológico no SR partiu também do uso de softwares e hardwares de computação que possibilitaram que os procedimentos clássicos de obtenção de dados fossem barateados, como foi o caso exemplo da digitalização de mapas analógicos. Entretanto, apenas realizar essas atualizações de dados captados por SR para uso em SIG, é dispendioso e não mais condizentes com o potencial desse ramo da ciência. Outro grande avanço está na resolução dos sensores de captação de dados utilizados, tanto em termos de captação à distância, quanto a um aprimoramento da leitura do espectro eletromagnético para além da luz visível, acompanhado por um incremento do processamento digital de imagens e volume de dados (CROSTA, 1999; CENTENO, 2003; BLASCHKE e KUX, 2007)

Assim, por exemplo, um dos dados essenciais foi o tratamento em SR da Ortocarta base do Exército (DSG, 2017[2015]) que contou com levantamento aerofotogramétrico, pela captação inédita de informações para Macapá-AP com o uso de sensor de radar das bandas P e X. Outra vantagem do uso de um levantamento aéreo como esse realizado, foi a resolução da escala adotada (maior nível de detalhes), de alta resolução (0,28cm/pixel), que uso apenas de imagens de satélite não possibilitariam ou até se restringiriam acesso pelo elevado valor de aquisição comercial. Utilizando-se esta base de dados de alta qualidade pode-se aumentar acurácia dos demais dados trabalhados sobre ela.

Os sensores de radar podem estar em diversas plataformas como aviões, drones ou satélites. A possibilidade de mais de um sensor, está na capacidade de dupla análise, a banda P e X, em específico permitem a interpolação da altura da vegetação e a copa urbana, onde a banda X, possuindo menor comprimento de onda é capaz de interagir com a copa das árvores, enquanto a banda P é capaz da interação com o solo, dado seu maior comprimento de onda. Tal exemplo sobre a vegetação, também pode ser estendido e interpolado nas áreas urbanas na relação com as edificações (FLORENZANO, 2008).

Para além das imagens aerofotogramétricas e de radar do Exército, também se tornou relevante localizar imagens de satélite com diversos marcos temporais, como a Ikonos ou Landsat, e, de preferência, com boa qualidade de resolução espacial. Assim como as fotografias aerofotogramétricas, as imagens de satélite também trabalham com a amplitude do espectro eletromagnético para além do visível, mas cuja gama de sensores se distingue dos acoplados.

Os sistemas de captação dos satélites continuaram a ampliar a especificidade de coleta de dados entre diferentes sistemas multiespectrais, tanto quanto a ampliação de possibilidades de utilização de sensores passivos ou ativos. Aqui como exemplo, pôde-se confrontar com dados de imagens do satélite Ikonos® do ano de 2001 mosaicadas conforme Figura 4 a seguir. Estas imagens puderam ser identificadas sendo compostas por resoluções de 1m/pixel no modo pancromático e 4 m/pixel no modo multiespectral e contendo quatro bandas, azul, verde, vermelho (RGB) e o Infravermelho (LEUKERT *et. al*, 2003).

A carta imagem serviu como base comparativa para o arquivo “Mapa urbano Detalhado de Macapá -( 3) \_me2.dwg”, em que foram encontradas inúmeras informações em base de CAD provavelmente utilizadas para a realização do Plano Diretor de 2004<sup>ii</sup>, ao que consta também de uma atualização da topografia pela constatação de vários pontos cotados, de levantamento em campo (Figura 4).

A importância da identificação dos elementos urbanos/geográficos (alvos), passa além de sua simples caracterização, podendo atualmente se realizar n-combinações de análises do espectro eletromagnético fornecidas por imagens de satélite, através de tratamento algorítmico para fornecerem especificidades e detalhamento de dados, visto que cada objeto reflete um aspecto eletromagnético característico próprio decorrente de sua composição físico-química. Tal abordagem pôde ser realizada na imagem SENTINEL-2 de 2019<sup>iii</sup>, de resolução 10, em que foi aplicado o algoritmo de NDVI com identificação das áreas em verde da vegetação existente, conforme Figura 5.

Dessa forma, a adoção de dados de SR e SIG deixou de ser meramente instrumental de uso de uma cartografia computadorizada ou geografia informatizada, para ampliação das vantagens de aplicação de uma melhor resolução espacial e resolução temporal decorrente da possibilidade de que diversas imagens sejam captadas continuamente, como destaca Jensen (2009).

Essa melhoria não necessariamente implica na utilização de métodos automáticos, pois, como desvantagem, resoluções cada vez maiores são muito sensíveis a distúrbios de análise, com a ocorrência de carros, sombras e oclusões, assim como procedimentos clássicos de interpretação de imagens de classificação multiespectral supervisionada são geralmente insatisfatórios para dados de imagens com alta resolução (BLASCHKE e KUX, 2007, p76-88; p145-152).

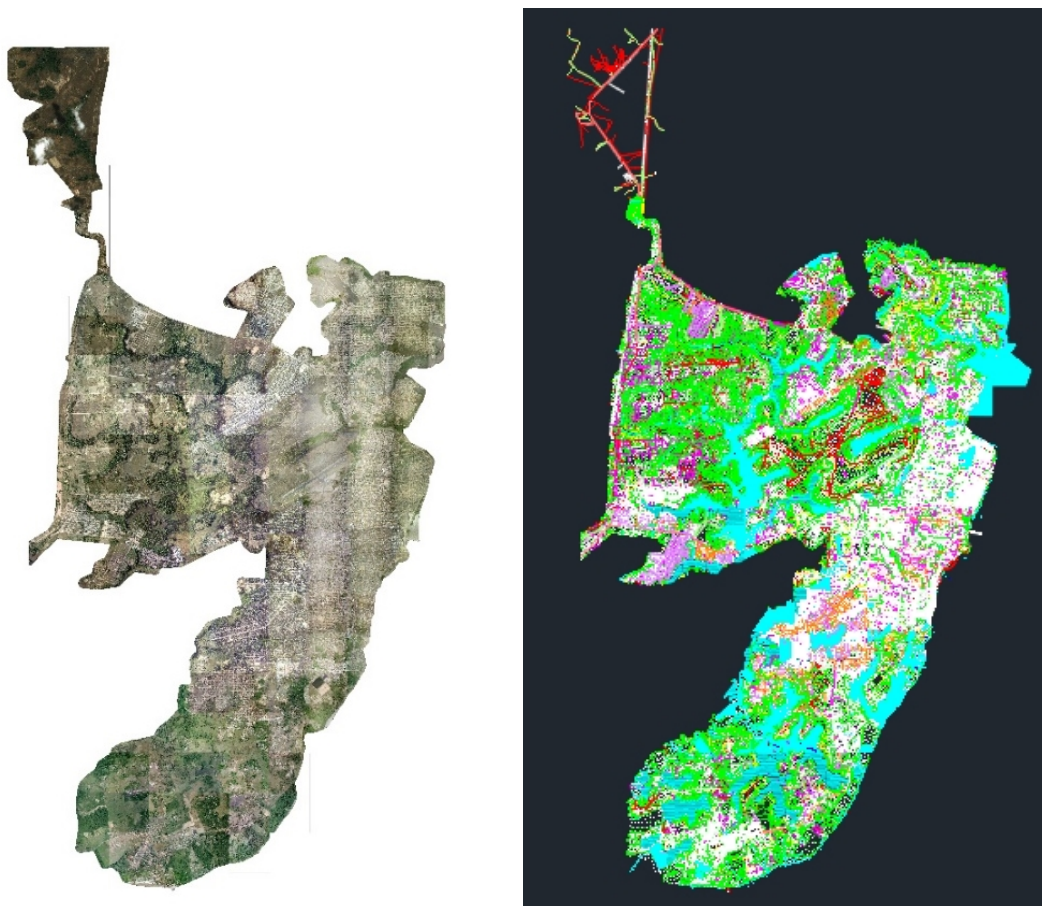
Fotografias áreas coloridas fornecem a situação atual da cena, sendo, porém, complexas para uma análise sem ajuda de outros dados auxiliares. Por isso, a informação fornecida pela base de dados espacial existente pode ajudar na compreensão da cena, enquanto as imagens fornecem dados reais, uteis para melhorar a antiga base de dados (ZHANG e BALTASAVIAS, 2005, p.76).

Emergem, assim, as vantagens e desvantagens da integração de dados de SR e SIG, que são aplicados cada vez mais e ao qual o campo do urbanismo não pode se conter apenas ao espectro do visível do espaço urbano e depender de mapeamentos cartográficos pré-existentes. Conforme Aguilar *et al* (2018, p. 63) destaca, é somente:

Olhar atento é capaz de extrair de uma simples imagem de satélite ou de uma foto aérea questões como: padrão de ocupação e parcelamento, adensamento vertical, presença de áreas verdes, expansão da mancha urbana, supressão da cobertura vegetal, entre outras (AGUILAR *et al*, 2018, p. 63)

O SIG o SR, as plantas topográficas, os levantamentos altimétricos, a análise do relevo, a apreensão geomorfológicas e hidrográficas, todos estes subitens de estudos conjugam dimensões em ramos atrelados à Cartografia e dessa forma também ao Urbanismo, na medida em que a visualização do espaço urbano e sua formação é realizada também por esses dados.

Para Ehlers (1991) o processamento digital de imagens em SIGs não deve ser utilizado somente para produzir esquemas de GIS-layers com informações pictóricas “desinteligentes”. Já para Leukert (2003), infelizmente, a maioria das abordagens trabalha em imagens de 2D simples, negligenciando as informações valiosas inerente ao processamento em 3D.



**Figura 4.** Mosaico de imagens do satélite Ikonos® de área urbana de Macapá e detalhamento e complementos em CAD da mesma área, utilizando a imagem de satélite como base de construção (fonte: Ikonos®, 2001 e PMM, 2004)

Assim, uma integração efetiva do SIG com SR ocorre por intermédio de um georreferenciamento e sobreposição adequados e uma análise completa é possível através de um procedimento manual de interpretação, que só um analista cientista é capaz de fazer em seu campo de saber.

### 3. Aplicação do SR e na construção de Modelos Digitais de Elevação (MDE) para Macapá

Na concepção de procedimentos baseados em objetos e não mais apenas em imagens pictóricas (do espectro do visíveis), conforme descrito anteriormente, se avança na classificação de pixels em conjuntos de áreas homogêneas, em segmentos etc., visando incrementar as informações dos dados espaciais como é o caso, por exemplo, da inclusão de Modelos Digitais de Elevação (MDE) para a sobreposição/ confrontação com outros dados SIG disponíveis, dentro da realização de uma Cartografia Sistemática.

Os MDE vetoriais já eram, desde a década de 80, gerados a partir de cartas topográficas analógicas, digitalizando-se, por exemplo, as curvas de nível e atribuindo-lhes o valor da altitude correspondente. A análise de modelos tridimensionais é recorrentemente assimilada à confrontação dos usuais CADs (*Computer Aided Desings*) e aos CAMs (*Computer Aided Mapping*), nos quais a própria tecnologia SIGs se baseou, inicialmente, associada a informações topográficas e que já permitia a associação em utilização e intercambialidade de dados. Para todos esses modelos é possível a elaboração de um TIN (*Triangulated Interpolated Network*) traduzindo para o português Rede Triangulada Interpolada, já utilizada no campo da Arquitetura e Urbanismo constantemente na modelagem representacional do relevo 3D de edificações.

O acréscimo de aplicação dos MDEs é a atual evolução do campo do SR, possibilitando uma ampliação da gama de interdisciplinaridades como no uso da modelagem digital para interpretação

e representação territorial, dada a possibilidade de vinculação de uso à outras formas de captação de dados à distância, de dados de imagens de satélite, de radar, aéreas, ortofotos, dentre outras.



**Figura 5.** Imagem Sentinel da área urbana de Macapá tratada com algoritmo NDVI (fonte: elaborada pelos autores, 2020)

Os Modelos Digitais de Elevação – MDE e Modelos digitais de Terreno – MDT também foram utilizados para representar a realidade do terreno da área de Macapá, possibilitando a análise do relevo e sua declividade, além de cálculos hidrográficos realizados conforme Sthraler *et al* (1986). Nesse caso, procedeu-se a um processo de filtragem dos dados (com o uso das bancas X e Y anteriormente citadas), buscando-se destacar o perfil do terreno, no qual é possível ignorar elementos como edificações e interpolar rugosidades da urbanização e, desse modo, observar uma restauração do relevo natural original, atenuando e suavizando as alterações promovidas como cortes e aterros, canalização de talwegues etc.

O MDE consiste em uma grade de varredura do solo regularmente espaçada e indicada a um ponto de referência vertical comum. Em tal caso, o filtro dos pontos fora do solo, como pontes e estradas, gera um modelo de elevação digital suave. Essa anulação das estruturas realizadas pelo homem e a vegetação resultam em um MDE. Diante de tal descrição, tem-se que o MDT e o MDE possuem significados ligeiramente distintos. Um MDT é um dado matricial composto por uma

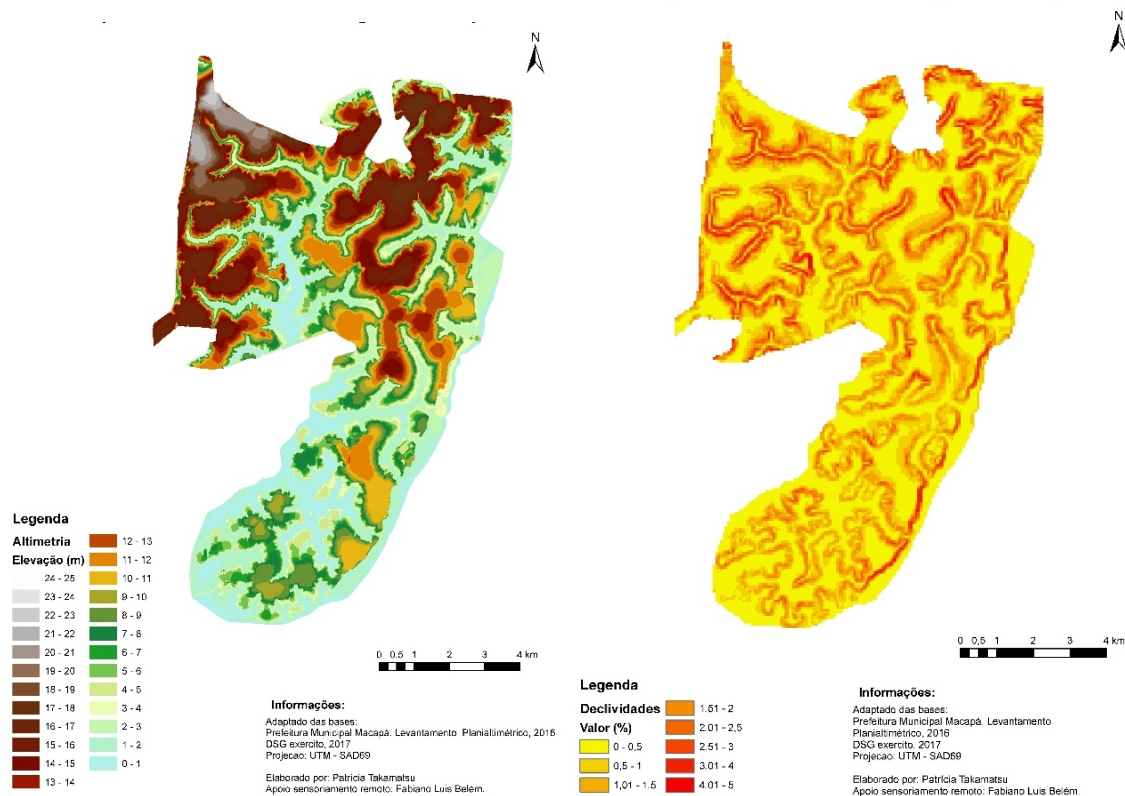
imagem que é composto por pixels que apresentam a altimetria do terreno (BLASCHK e KUX; 2007). Já um MDT representa as características de terreno distintivo de forma muito melhor por causa de suas linhas de ruptura 3D e dos pontos de massa 3D espaçados regularmente.

Os MDEs são constituídos através de modelos matemáticos, com maior grau de abstração, como no caso de dados de radar que representam relevos. Isto é, as relações de correspondência entre as altitudes e sua distribuição espacial são algoritmos matemáticos que agilizam a comprovação de resultados e a repetitividade dos processos de análise espacial (GRANELL-PÉREZ, 2004, p.58-60).

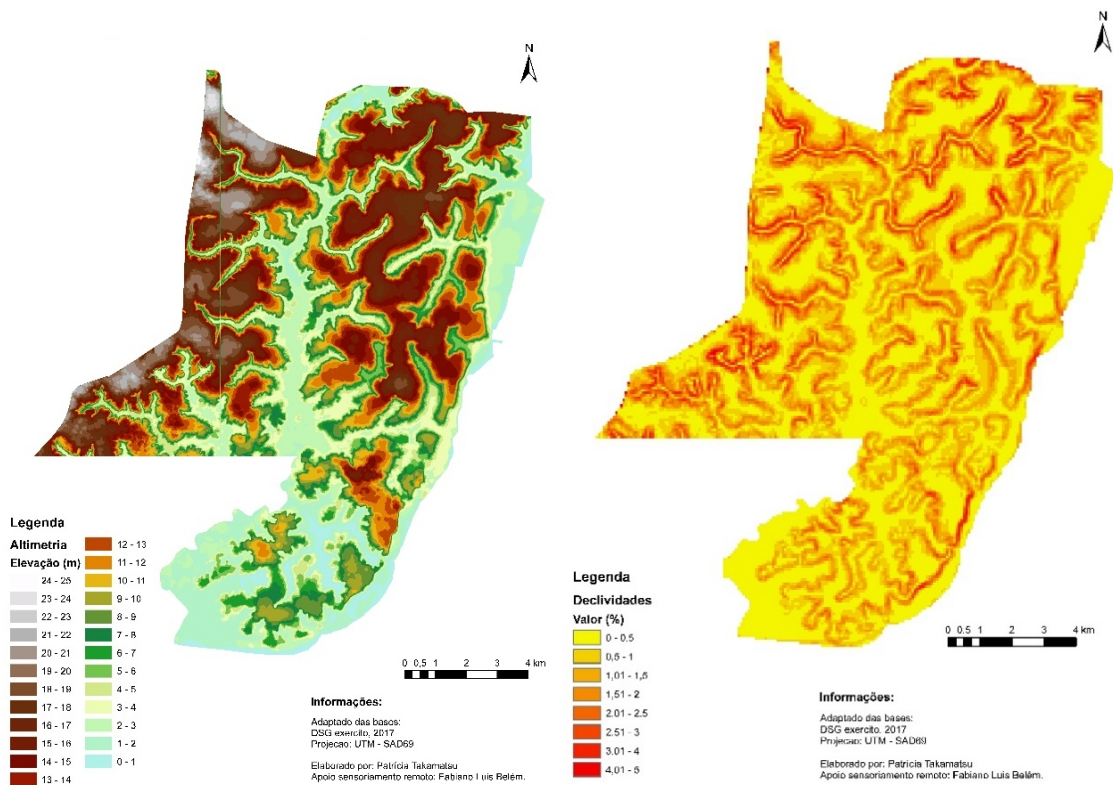
Já o MDT não é apenas mais um levantamento topográfico. Como uma representação numérica – em forma de imagem (raster) – da superfície terrestre permite apresentar a realidade do terreno, levando em consideração seu relevo e excluindo os diversos objetos dispostos na área. Ou seja, exclui os objetos que estiverem localizados acima, através de um processo de filtragem dos dados, onde é possível ignorar elementos e interpolar rugosidades da urbanização e, por isso, observar uma restauração parcial do relevo, atenuando e suavizando as alterações, promovidas como cortes e aterros, canalização de talvegues etc. (BLASCHKE e KUX, 2007).

Assim, para além dos dados obtidos pelo levantamento do Exército (DSG, 2017[2015]) foi construída também uma análise e representação tridimensional do relevo no ArcGis 10.4®, inicialmente utilizando a base planialtimétrica do levantamento topográfico (isolinhas) da Prefeitura Municipal de Macapá de dados de 200- [2001-2004], conforme localização anterior conforme a figura 6 e comparando-o com os dados obtidos pela imagem aerofotogramétrica do Exército (DSG, 2017[2015]), mais recente de acordo com a figura 7.

Com estes dados primários, foi possível elaborar os quatro mapas temáticos apresentados anteriormente, comprovando que mesmo com fontes diferentes da extração da informação, obteve-se o resultado praticamente idêntico para as áreas de análises, tornando os dados factíveis de serem utilizados e comparados pelo método proposto.



**Figura 6.** Imagem planialtimétrica e declividades (MDS) extraídas dos dados derivados da imagem Ikonos®, 2001 (fonte: elaborada pelos autores, 2020)



**Figura 7.** Imagem planialtimétrica e declividades (MDS) extraídas dos dados derivados da imagem Exército (DSG, 2017[2015]) (fonte: elaborada pelos autores, 2020)

Uma vez construído, o MDE permite derivar automaticamente outros parâmetros que caracterizam uma superfície tridimensional, tais como: altitudes, declividades e orientações da superfície, estratificadas por intervalos, além de levantar perfis topográficos, delimitar bacias hidrográficas, obter a intervisibilidade de pontos etc. Segundo Aguilar *et al*, (2018) a evolução das análises dos MDE junto do SIG e SR e da maior capacidade de processamento de dados computacionais e melhores sensores possibilitou a divisão dos MDEs em sua especificação mais detalhada em um MDS - Modelo Digital de Superfície- e o, já citado MDT

Um MDS é a representação altimétrica de todas as feições de uma área mapeada. Ou seja, cada pixel da imagem representa um ponto mapeado com uma altitude específica. Com a relação entre cada ponto, é possível analisar as formas que recobrem a extensão de um terreno mapeado. Um MDT normalmente é gerado através de um processo de filtragem do MDS, buscando destacar apenas o perfil do terreno.

Aliando-se à modelagem dos MDE's e os diferenciando em MDT e MDS, com dados de radar captados de banda P e X, pode-se considerar que o MDS idealmente modela os objetos feitos pelo homem bem como o terreno. Subtraindo-se o MDT do MDS resulta a separação dos objetos acima do solo (construções e árvores) dos objetos no solo (rodovias etc.).

Cabe destacar que tanto o MDT e o MDS são MDE, entretanto, se diferenciam em especial em relação a este caso, pela fonte e tratamento para a obtenção dos dados para essa pesquisa. A fonte dos dados específica possibilitou a comparação entre eles, fundamentalmente, do MDT de dados tratados do Exército brasileiro (2016) que, conforme descrito anteriormente, possibilita a atualização dos demais dados. O MDT conforma-se com os dados interpolados e se aproxima da conformação do relevo próximo do natural, que poderá ser confrontado sem contrastes com dados históricos e cartografias históricas em análises de pesquisas a serem realizadas posteriormente. Sua extração, através dos dados de radar da banda P e X, possibilitaram também a análise da

diferença entre as alturas no MDS e as no MDT, ambos apresentados em uma escala altimétrica de 1 em 1 metro.

A Figura 8, a seguir mostra como a metodologia foi aplicada em um teste inicial e como foram feitas as interpolações (estimação) das curvas de nível. Esse procedimento é o necessário para que seja gerado o MDT. As partes circuladas na figura mostram onde existe mais concentração de curvas de nível e, conseqüentemente, maior nível de declividade

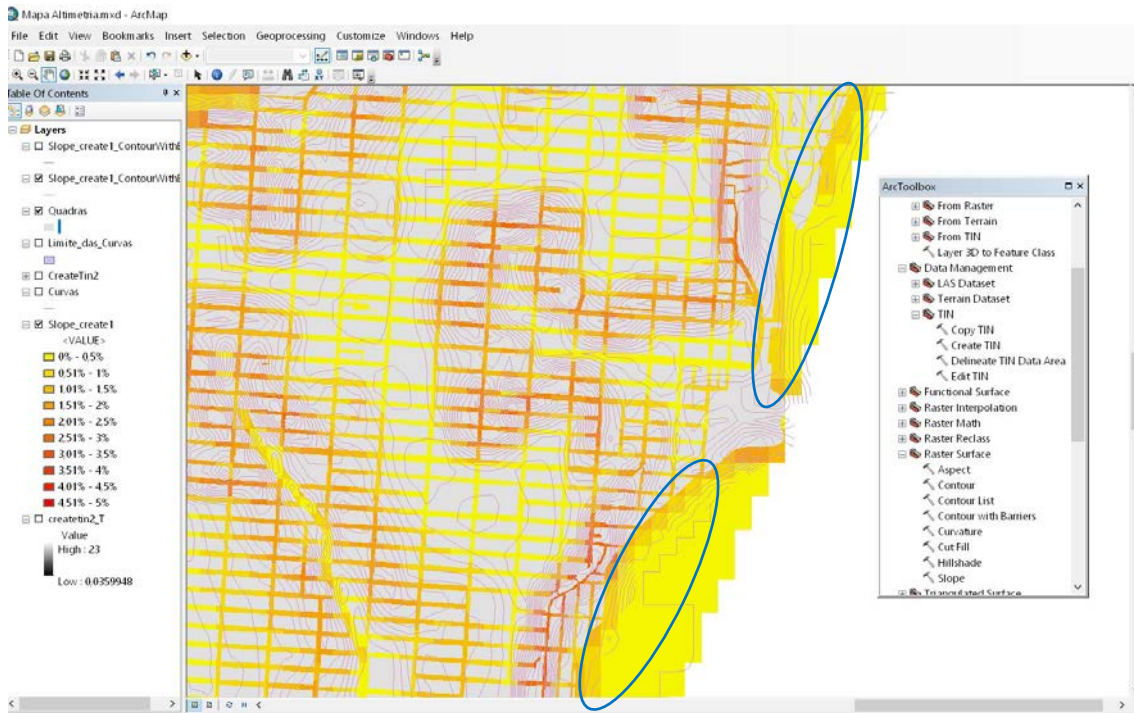
Pôde-se também estipular o DH (Diferença de altura) da subtração entre o MDT menos o MDS, no qual, observa-se que, nas áreas não urbanizadas, as maiores altimetrias marcam a vegetação anteriormente observada pelo NDVI. Já uma observação aos demais valores na área urbanizada amplia a análise a aspectos não só paisagísticos, mas dá como consequência a localização mediana majoritária de altimetrias acima da superfície de 0 a 6 metros e de 6 a 11 metros e, ao que se depreende, é predominantemente caracterizado pela altimetria de edificações de um a dois pavimentos. Assim, abre-se oportunidade para análise da conformação das verticalidades de edificações e vegetação no transcorrer da pesquisa.

A emergência das características que a malha urbana oculta do substrato natural começa a surgir, contrastando-a com os dados obtidos parcialmente das curvas de nível de 1 em 1 metro, tal qual não é tão evidente apenas em um levantamento topográfico. Tais curvas foram interpoladas para apresentar as características das feições topográficas existentes após a ocupação.

Enquanto no MDE é possível observar como seria o terreno sem a ação antrópica (ou seja, ações realizadas pelo homem), o MDT mostra uma representação mais próxima da realidade. Em ambas as abordagens, é possível observar que, apesar de a cidade não ser plana, sua altimetria é muito baixa. A altura da cidade varia entre 0 e 25 m, conforme será apresentado mais profundamente a frente. Apesar de pouco expressiva, a diferença de cota de 25m implica razoável perturbação do substrato no contexto de urbanização por traçado em malha ortogonal regular. Ainda, ao observar a altimetria de Macapá, constata-se que as áreas com elevação máxima na escala (25 metros) são aquelas concentradas na saída da cidade. Por outro lado, as áreas baixas são aquelas em que se concentram o sítio (área) urbano.

Retomando a imagem da Figura 8, observa-se a sobreposição da malha urbana com a figura-fundo relativa à morfologia da cidade. Dessa figura, depreende-se que as áreas próximas ao centro e, por consequência da margem do rio Amazonas, foram e tendem a ser mais aplainadas e baixas. Cenário que explica, ao menos parcialmente, as questões de alagamentos.

Ademais, observa-se que onde as declividades se acentuam perto da orla houve movimentação de terra para que os desníveis se confluíssem com a ampliação da malha regular. Assim, no trecho mostrado da área central, a hipótese lançada de negação do substrato natural parece ser uma alternativa plausível até o momento. Para confirmar tal hipótese, ainda são necessárias visitas de campo, cruzamento de dados históricos e emergência de dados sobre a atuação dos agentes produtores do espaço urbano.



**Figura 8.** Teste de interpolação de curvas de nível com a malha urbana ao fundo (fonte: elaborada pelos autores, 2020)

### 3.1 Caracterização geomorfométricas

O retorno ao conceito de substrato natural parte da matriz geomorfológica como elemento de composição típica, em forma e estrutura. Atualmente predomina o conceito das áreas de ressaca (áreas alagáveis) como elemento derivado de criação de limites, ao que se alinha perfeitamente a necessidade da malha urbana em se estruturar. Entende-se que tal visão deve ser ampliada, visando também rever tal dicotomia entre urbanizado e urbanizável. Assim, pretendeu-se, neste estudo, visualizar o meio através do relevo completo.

Segundo Casseti (1991), há, na caracterização geomorfológica, uma estreita relação entre a compartimentação topográfico-morfológica e a estrutura superficial, ou formação superficial, com as apropriações do relevo. Assim, o resgate da relação do substrato alinha-se com a transposição de uma fronteira entre camadas, ainda que isso se dê em uma percepção de espaço planar. Assim não se abordou, do ponto de vista geomorfológico, as relações das dimensões espaciais partindo das unidades maiores das feições, mas sim analisar as feições em microformas.

Colocando lado a lado o produto social da manipulação do tecido urbano (a malha urbana) e sua matriz natural, observa-se não um soterramento do meio natural, mas uma suplantação. Nesse caso, o instrumento da malha cumpriu seu papel de se adequar radicalmente e prodigamente à base natural em que se assentou.

Pela variação da cota altimétrica de variação de até 25 metros já identificada, da topografia plana que a cidade apresenta na sua extensão territorial, é natural a constância de percorrimto variação entre locais de alagamentos e depressões extensas, da conformação das poucas terras de áreas firmes e uma generalização de áreas úmidas.

A execução moderna da malha urbana marcou no tecido urbano o papel de expandir o instrumento até seus limites conformadores topográficos. Observando atentamente o limite da ocupação até 1964, tem-se a dimensão modernista apropriada da malha como instrumento através da canalização da Lagoa Seca (Canal da Rua Mendonça Furtado) (TAKAMATSU, 2022)

Há grandes bases ambientais urbanas para Macapá que já abordagens das áreas de ressaca (AGUIAR e SILVA, 2003; BASTOS, 2006; SOUZA, 2003; IEPA-TAKIYAMA *et al*, 2012) e apontando a ineficácia dos instrumentos de planejamento legais, tanto urbano como ambientais



(VARGAS e BASTOS, 2013); THOMAZ *et al.*, 2017; CARVALHO, 2015; WEISER e TOSTES, 2017). Mas, entende-se que para as concepções de um substrato natural ordinário e, deve-se remontar os vínculos geográficos através de elementos típicos, de forma e estrutura, geomorfológicos e hidrográficos.

Aqui, portanto, não se parte das delimitações existentes, mas se busca ressignificar o entendimento de uma matriz ambiental antropoficamente alterada extrapolando a dicotomia urbano *versus* rural, apontada anteriormente, a partir da leitura do meio através do relevo completo, tentando rever as alterações que as ações humanas podem ter causado.

Como substrato, amplia-se o entendimento daquilo que está sob o estrato urbanizado, isto é, aquilo cujas relações do ambiente urbano no espaço construído ainda interferem nas suas dinâmicas, em especial as movimentações de terra e as relações hidrodinâmicas. As relações de relevo já deveriam estar impostas a uma abordagem de urbanização, entretanto, devido à dinâmica até hoje abordada, o relevo é considerado como integrante da base que há de ser moldada para adaptar-se às demandas humanas cada vez mais tecnificadas.

Penteado (1978) levanta relevância das superfícies de contato, para o estudo da geomorfologia, entre o globo (litosfera), com os seus invólucros (hidrosfera, biosfera e atmosfera) e como ponto de união entre a relação homem e natureza, no espaço vivido. Como urbanistas, tal concepção deve ser utilizada para se repensar sobre quais bases a urbanização das sociedades se assentam. A esse contato da superfície. Essa superfície da litosfera é o reflexo de um equilíbrio móvel entre forças de natureza diferente.

Para Saadi (1998) há três abordagens geomorfológicas, a saber: morfoestrutural, morfoclimática e morfotectônica. Aqui cabe destacar que quanto à abordagem morfotectônica, para o estudo de caso de Macapá, as relações de escala com as análises propostas não tornam tão relevante tal abordagem visto a conformação geomorfológica já estar consolidada. Para as questões morfoclimáticas, a relação se mostra relevante, mas em certo aprofundamento secundário, já que aqui não se pretende aprofundar a relação com o macro clima ou as modificações dinâmicas, mas condicionar tal percepção à relação com a hidrografia dentro de um contexto urbano.

Já Ab Saber (1969. p.5), individualiza o estudo da geomorfologia como: a compartimentação geomorfológica, o levantamento da estrutura superficial e o estudo da fisiologia da paisagem. A estrutura do sistema é constituída pelos elementos e suas relações, expressando-se por meio do arranjo de seus componentes. que seriam: seu tamanho, correlação e causalidade. Considerando o âmbito da geomorfologia, o autor destaca sistemas antecedentes que auxiliaram a conformar, como o sistema climático, o sistema biogeológico, o sistema geológico e o sistema antrópico, este último o mais relevante a esta pesquisa.

O sistema antrópico, representado pela ação humana, é o fator responsável por mudanças na distribuição da matéria e energia dentro dos sistemas, e modifica o equilíbrio destes. Consciente ou inadvertidamente, o homem produz modificações sensíveis nos processos e nas formas por meio de influências destruidoras ou controladoras sobre os sistemas em sequência (AB SABER, 1969. p.9)

A bacia hidrográfica, indubitavelmente, se coloca como referência espacial bastante adequada aos estudos geomorfológicos (e ambientais de forma geral) pautados na abordagem sistêmica. (AB SABER, 1969, p.9-10) . As mudanças de uso e cobertura das terras e, conseqüente, fragmentação de paisagens naturais e seus potenciais impactos nas mudanças globais, ciclos biogeoquímicos, dinâmicas regionais e biodiversidade têm se tornado temas centrais em Ciências da Terra, mas também é na interdisciplinaridade do campo do saber urbanístico, nas realidades distintas que se tem muito a contribuir com a busca de novas soluções para os velhos problemas das ações antrópicas.

O resgate da relação do substrato alinha-se, entretanto, com a transposição de uma abordagem topográfica do relevo para além de fronteiras e conflitos planares, visando a uma expansão do

entre camadas, ainda que em uma percepção de espaço planar. Penteado (1978) levanta relevância das superfícies de contato para o estudo da geomorfologia entre o globo (litosfera) com os seus invólucros (hidrosfera, biosfera e atmosfera) e como ponto de união entre a relação homem e natureza no espaço vivido.

Cabe-nos repensar sobre quais bases a urbanização das sociedades se assentam sobre esse contido da superfície. Essa superfície da litosfera é o reflexo de um equilíbrio móvel entre forças de natureza diferente (Ecossistemas urbanos para o ambiente construído).

### 3.1.1 Estudos geomorfológicos confrontados com os realizados pela FJP (1973)

Aqui cabe destacar a relevância dos resgates dos dados conclusivos realizados pela FJP (1973), os quais permeiam na dinâmica das águas em todo o município, mas, em especial a área urbana, que pode ser comparado. Já em 1973, a FJP reforçava a presença de rios de primeira ordem, efetiva intermitência das nascentes (conforme período chuvoso ou não), a influência da dinâmica da mares, a presença de vegetação de mata ciliar, os efeitos do baixo relevo nas áreas que tornam as áreas de ressacas identificadas como vulneráveis aos processos de inundação. Interconectado a elas, a presença de uma segunda rede de drenagem com diversos outros pequenos canais interconectados e perpendiculares à linha de costa que drenam as áreas de florestas de várzeas do rio Amazonas (e que podem ter também ligação com os canais de maré) e que os sedimentos superficiais da planície da inundação do Igarapé corroboram sua origem nos terrenos que bordejam toda a bacia.

Outro aspecto relevante a ser mencionado é que os efeitos da ocupação urbana são destacados frente às nascentes onde a maioria constatou estar com a vegetação parcialmente suprimida e comumente “aterradas”, e que “é oportuno lembrar que os contínuos aterramentos nos sistemas de ressacas e canais fluviais diminuí o espaço disponível para acumulação de água e sedimentos naturais aumentando a susceptibilidade à inundação em áreas antes não inundáveis. Formando um quadro extremo de inundação para a região para o período chuvoso quando as águas das chuvas se somam as águas das marés.” (FJP, 1973 pag. 25). Os sistemas de aterramento estariam apenas vinculados aos sistemas de drenagem, através de uma grosseira ação antrópica de assoreamento das nascentes, mais do que aos sistemas geomorfológicos (FJP, 1973).

Conforme cruzamento dos mapeamentos e dados das referências citadas com o mapeamento dos talwegues realizados com base no MDT/MDS de 2018, pode-se concluir que há grande semelhança entre os limites das ressacas e a rede de drenagem dendrítica identificada geomorfologicamente.

### 3.1.2 Estudos recentes geomorfológicos confrontados com outras pesquisas

Outro estudo relevante é destacado das bases IEPA - Takayama *et al* (2012) levanta sobre abrangência das áreas de várzea, vinculando-as a relevância na parte abrangente da urbanização já consolidada sujeita aos efeitos das marés e pluviométricos, em uma grande extensão da orla (estuarina). Em exemplos descritos pelo autor, temos em especial a Bacia do Lago do Rio Jandiá e do Lago da Vaca, destacado pelas as dimensões das áreas de ressacas que poderiam ser percebidas pelo relevo e foram suprimidas especialmente na ressaca do Pacoval e em pequena extensão do extremo norte da cidade da ressaca do Lago da Vaca. A ressaca do Araxá/Jardim Equatorial na Bacia do Igarapé da Fortaleza também possui partes de sua rede suprimidas pelo processo antrópico, dados de asfalto e solo exposto confirmam a pressão de sua urbanização. A canalização do canal do Mendonça Furtado, acaba por ser identificada apenas no contexto das áreas de várzea, dada a sua dimensão de urbanização que suplantou as formas do relevo.

As ressacas para Souza (2003, p.19) do ponto de vista geomorfológico, seriam definidas como:

Bacias de recepção e de drenagem fluviais, recentes, ricas em biodiversidade, de dimensões e formas variadas, configurando como fontes naturais hídricas, e composições florística e faunística variada, encravadas na Formação de Barreiras, apresentando características evidentes de argila e areia no seu domínio, com comunicação endógena e exógena.(SOUZA, 2003, p.19)

A aplicação de análises ambientais através do uso do SR já é instrumento de trabalho de outros pesquisadores locais, sendo Santos Filho (2011) uma referência na caracterização das áreas de ressaca. O autor também realizou uma ampliação dos limites das áreas de ressaca, através do uso da análise de imagens CCD e HRC do satélite CBERS-2B de 13.11.2008 com processamento e classificação das áreas de ressacas por meio da adoção do algoritmo de Máxima Verossimilhança (Maxver). Segundo aponta em sua revisão de literatura, até 1998, citando Souza (2003), localizou-se apenas um estudo social aprofundado que apresentava oito áreas de ressacas: Chico Dias, Beiril, Tacaca, Lago do Pacoval, Lago da Vaca, Laguinho Nova Esperança, Sá Comprido e Lagoa dos Índios. Já com dados de SEMA/AP (2007) identificou-se que SEMA mapeou 26 ressacas, sendo 20 dessas dentro do perímetro urbano de Macapá, validou os limites das áreas das ressacas anteriores e identificou que não constavam as ressacas de Fazendinha, Marco Zero e Araxá/Jardim Equatorial.

A análise geomorfológica da região de Macapá, já tendo sido realizada por Takiyama *et al* (2012) traçou também uma dinâmica de inundação das ressacas urbanas através da influência dos processos fluviais e oceanográficos, e delimitando a extensão da bacia do igarapé da Fortaleza, por meio de fotointerpretação e observação da presença da cobertura vegetal de palmeiras (buritis) que bordejam os talwegues. O trabalho também apresenta proposta de limites das ressacas as áreas úmidas associadas as florestas de várzea e demais canais de drenagem e observando o fenômeno de marés, valendo-se de informações provenientes de medições em campo e exemplos da literatura, considerando a sazonalidade das águas no período mais chuvoso.

Dentre os dados ambientais relevantes apontados por Takiyama *et al* (2012) estão: 1) as nascentes da rede de drenagem da bacia do igarapé Fortaleza e da bacia do rio Jandiá e do Lago da Vaca estão associadas aos rios de primeira ordem; 2) são do tipo intermitente, com água brotando do solo apenas nos períodos chuvosos devido à baixa profundidade do lençol freático. 3) das 41 nascentes visitadas em campo, a maioria encontra-se com a vegetação parcialmente suprimida, sendo nas áreas urbanas estas nascentes comumente “aterradas” 4) o sistema de ressacas da Lagoa dos Índios não recebe influência das marés seja no período chuvoso ou no período seco. [...] variações de marés comandam a situação de inundação no baixo curso do igarapé Fortaleza; 5) as condições naturais das áreas associadas às condições de baixo relevo e susceptibilidade a dinâmica de inundação fluvial e por marés tornam as áreas de ressacas identificadas vulneráveis aos processos de inundação 6) além da rede de drenagem interconectando os sistemas de ressacas, outros pequenos canais encontram-se dispostos perpendicularmente à linha de costa e drenam as áreas de florestas de várzeas do rio Amazonas e podem ter relação com os canais de marés. 7) Os sedimentos superficiais observados na Lagoa dos Índios (planície de inundação do Igarapé) apresentaram uma mineralogia que corrobora com as suas áreas fontes, ou seja, os terrenos que bordejam toda a bacia.

Takiyama *et al* (2012) conclui que as ressacas são caracterizadas como áreas úmidas periodicamente inundadas, mas que abrigam canais ou cursos d'água perenes. Estão situadas em áreas urbanas e periurbanas das cidades de Macapá/AP e Santana/AP e sendo pressionadas pela ocupação humana, com uso indiscriminado para construção de moradias, “aterramento”, queimadas, despejo de resíduos sólidos e dejetos, bubalino, cultura, criação de peixes e recreação. Dessa forma, já alertava que é previsível que o impacto na qualidade de água das ressacas seja negativo e medidas para a preservação desse importante recurso deve ser tomadas (Takiyama *et. al*, 2003).

Segundo o autor, o Igarapé da Fortaleza é o principal curso d'água responsável pela alimentação e recepção das águas das principais ressacas de Macapá (SEMA/AP, 2010).

### 3.2 Realização de mapeamentos cartográficos do relevo com a base de dados extraída das curvas de nível

Apresentando os mapeamentos realizados a seguir, ao analisarmos o mapeamento geomorfológico, observa-se o relevante emaranhado da rede de escoamento natural do substrato natural. Confrontando-o com o mapeamento altimétrico (anteriormente apresentados na Figura 6 e 7, retoma-se a observação da variação altimétrica do perímetro urbano como relevantemente baixa, indo de zero metros (ao nível do mar) até 25 metros na sua parte mais Oeste, mas, novamente, não desprezável. Entretanto, a área de ocupação urbana é limitada pelas grandes planícies de inundação, privilegiando as áreas de “topos de morro” a Leste para o assentamento urbano. A dimensão da área alagável e a relação dendrítica dos veios é predominante nas áreas ainda não antropomorfizadas e, conforme observa-se nas regiões mais centrais da cidade, tal emaranhado dendrítico foi essencialmente diminuído nas áreas urbanas consolidadas.

#### 3.2.1 Derivações morfométricas: *Conformação hidrográfica: morfometria e talwegues*

Na Figura 09, o ambiente natural é capturado pela morfometria, que se baseia em um modelo matemático. Novamente, o esboço foi realizado pelo Modelo Digital de Elevação e pelo modelo Digital de Terreno. Por intermédio da morfometria, foi possível observar quais eram as áreas de menor e/ou de maior declividade. Na figura em questão, quanto mais vermelha for a marcação, maior será o nível de declividade. Assim, as partes mais claras representam áreas mais planas da cidade, embora nem sempre com cotas baixas.

No mapa da Figura 10, constatou-se, desse modo, a presença de declividade entre 4% e 5%, sendo 5% a maior declividade encontrada. Uma declividade de 100% seria equivalente a um ângulo de 45°. Diante de tais dados, a formação da cidade de Macapá vai se dando em áreas mais planas. A área do entorno de Fortaleza de São José de Macapá, destacada na Figura 08, demonstra que a noção constante do fenômeno de um “aterramento” apenas dessa parte da cidade auxiliou no aplanamento da mesa, uma vez que parte da terra da cidade foi retirada e depositada em outra região. Mas, indubitavelmente, o aterramento das áreas de ressaca não se trata de grandes alterações do relevo, mas sim apropriação dele em negação a sua vocação de área úmida.

Por fim, na Figura 11 e 12, é apresentado um Mapa de Fundo de Rio, no qual é explicitado o escoamento das águas da cidade. A partir desse mapa, é possível constatar o comportamento do escoamento urbano, uma vez que ele explicita que o escoamento é concentrado (com pouca vazão) nas áreas de negação. Isso significa que a canalização foi realizada em poucas áreas, gerando questões de escoamento. Enquanto isso, nas áreas de conciliação e coexistência o escoamento se manteve.

Diante dos mapas observados, ressalta-se na interpretação das imagens a característica de ruptura de alguns referenciais que a malha urbana regular ortogonal contrasta: 1) a cidade não é plana; 2) ela emerge das águas.

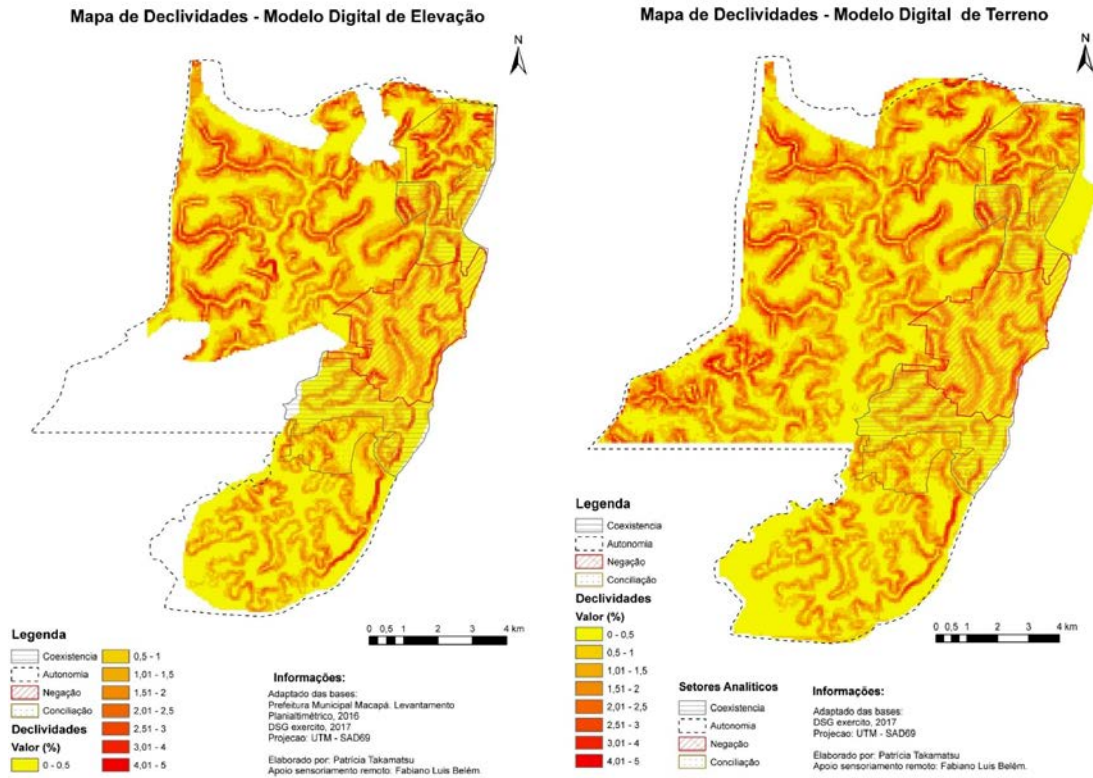


Figura 09. Mapas de Declividade: Modelo Digital de Elevação e Modelo Digital de Terreno (fonte: elaborada pelos autores, 2020)

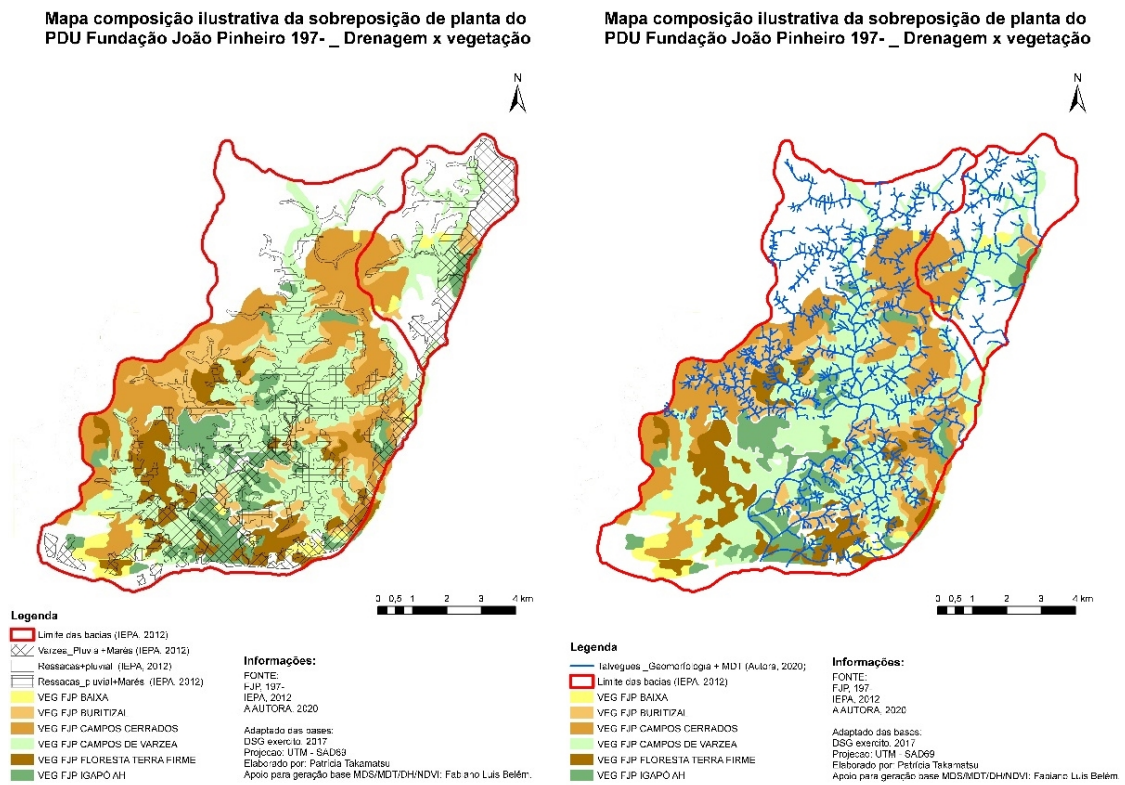
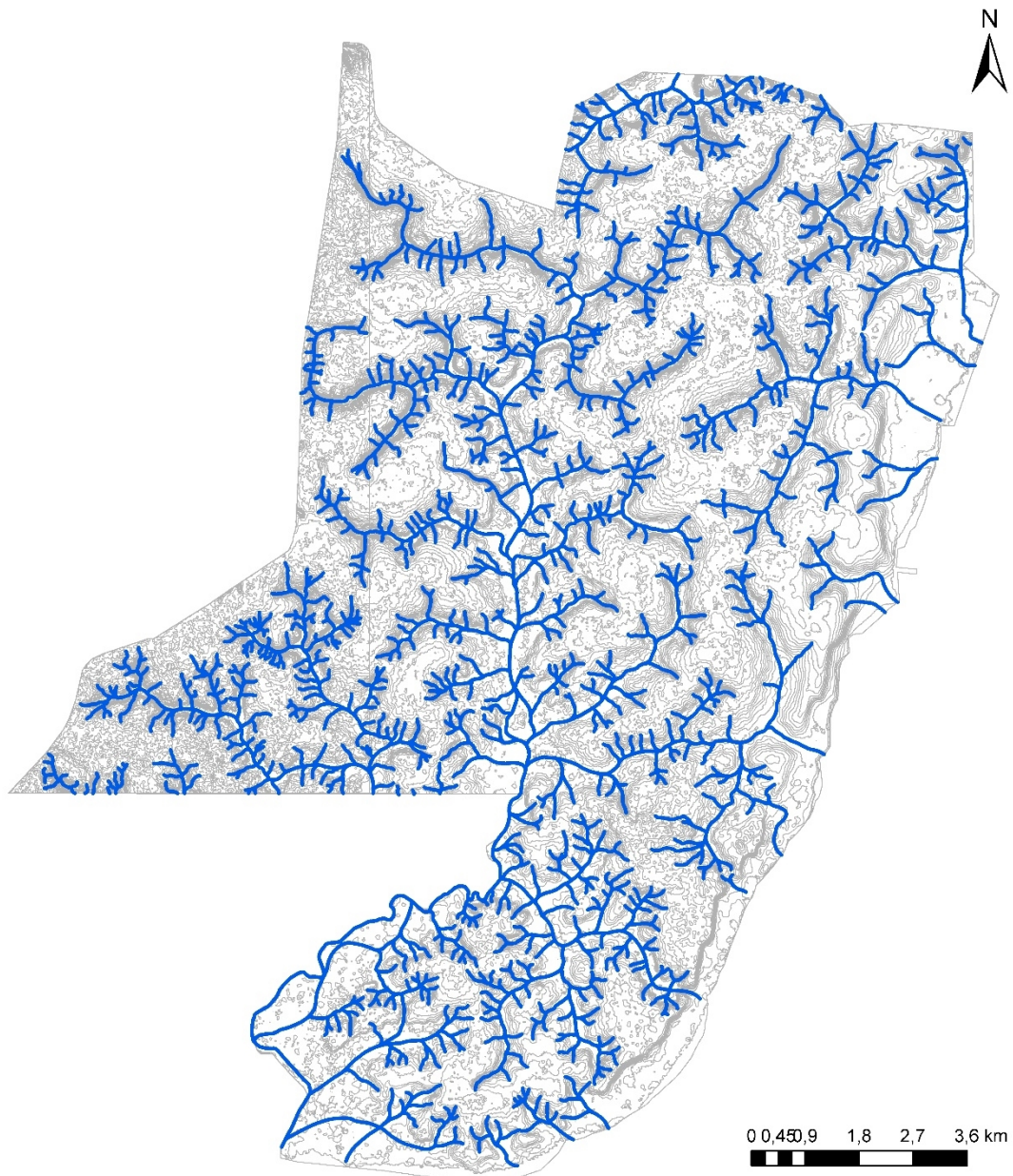


Figura 10. Mapas de sobreposição das plantas do PDU FJP, 1987 de drenagem frente aos dados de tipologias de vegetação (fonte: elaborada pelos autores, 2020)



**Legenda**

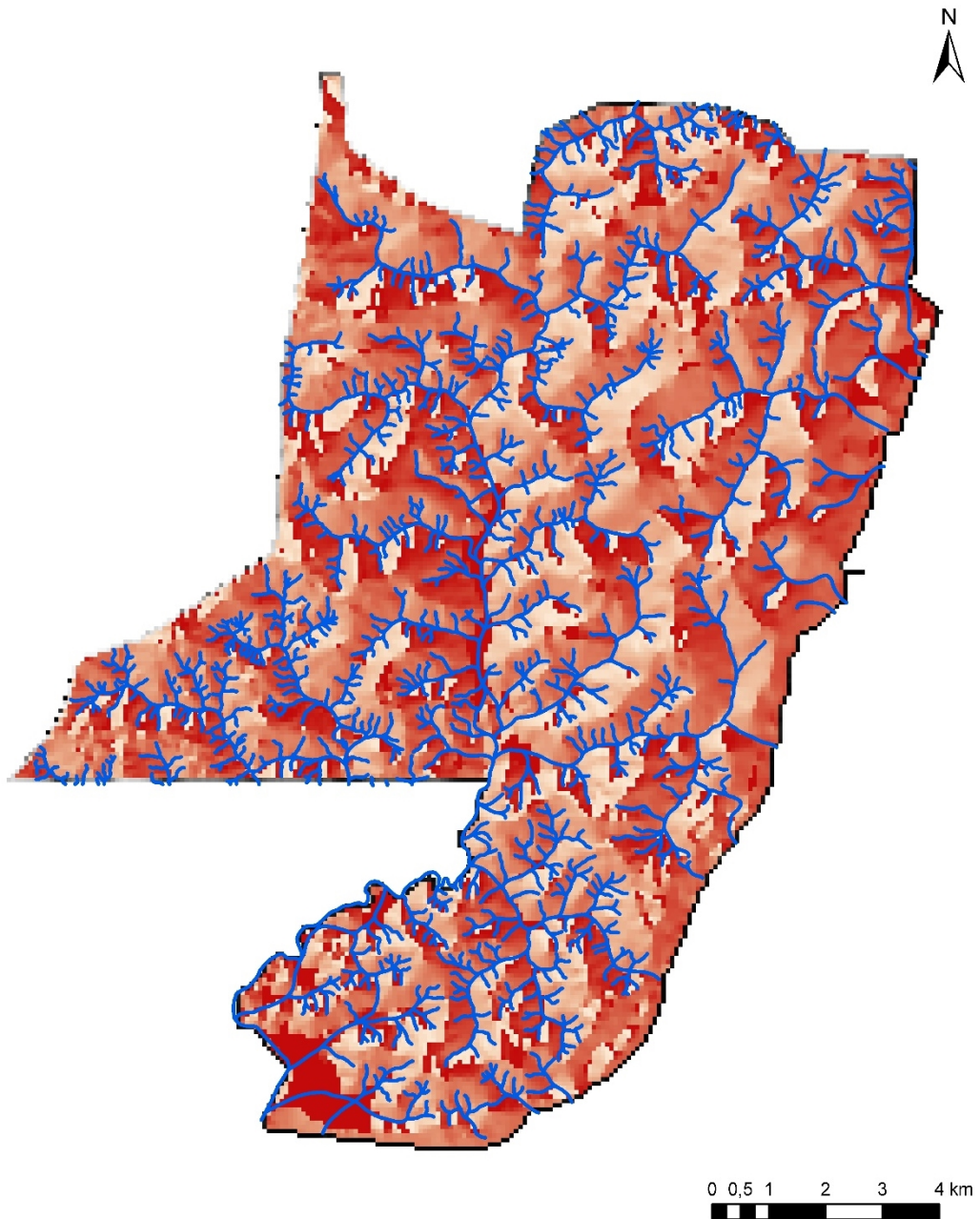
- talvegues\_unicos\_UTM
- Curvas\_UTM

**Informações:**

Adaptado das bases:  
DSG exercito, 2017  
Projecao: UTM - SAD69

Elaborado por: Patrícia Takamatsu  
Apoio sensoriamento remoto: Fabiano Luis Belém.

**Figura 11.** Mapeamento da geomorfologia do Fundo de Rio feitas a partir das curvas de nível da imagem DSG (2017[2015]) (fonte: elaborada pelos autores, 2020)



**Informações:**

Adaptado das bases:  
DSG exercito, 2017  
Projecao: UTM - SAD69

Elaborado por: Patrícia Takamatsu  
Apoio sensoriamento remoto: Fabiano Luis Belém.

**Legenda**

**Figura 12.** Mapeamento da geomorfologia dos talwegues feitas a partir das curvas de nível da imagem DSG (2017[2015]), comparadas a modelagem tridimensional do terreno gerado por GIS. (fonte: elaborada pelos autores, 2020)

#### 4. Considerações Finais

Diante do referencial teórico, técnico analisado e diante do desenvolvimento dos mapeamentos propostos, foi possível verificar, através dos dados cartográficos e de uso dos SIG's, como o substrato que se encontra abaixo da malha da área urbana de Macapá desenvolveu-se nos últimos cinquenta anos. O uso de técnicas de geoprocessamento foi de extrema importância para o estudo da malha e da superfície onde está localizado o grid.

O aumento da área urbana detectou-se principalmente por imagens de alta resolução espacial de satélite como a imagem IKONOS de 2001 e a fotografia aérea realizada pelo exército em 2015. Verificou-se que a malha urbana de Macapá continua a se localizar nas áreas mais altas, adentrando-se a partir daí ao restante do território. Com a análise do período de 2001 da primeira imagem até os dados complementares da imagem aerofotogramétrica do Exército de 2016, e visível que houve um boom de crescimento urbano, verificou-se que houve a ocupação destas áreas apenas para uso habitacional.

Ainda assim, mesmo nas áreas altas, a partir da análise espacial do MDT mostrou-se que grande parte do município de Macapá está localizada sobre uma área plana. Nas áreas mais baixas da área urbana estão localizadas as moradias mais precárias que são integradas a um grande sistema de drenagem natural, agregadas as áreas de ressaca. Os discursos e representatividade que as áreas de ressaca passam a agregar, são coerentes com discursos econômicos e não com a realidade ambiental de toda a cidade. A malha é contínua das áreas mais altas para as áreas mais baixas e terra firme para as áreas alagadas. Além disso, através da análise da malha e das imagens de satélite, pela planimetria, verificou-se que a cidade tende a crescer para a zona norte e a zona oeste.

As referências a aterramentos surgem, sem se considerar que se trata de estruturas do relevo à adequação individual de cada lotes, de terraplanagem individualizadas, que somatizadas no contexto urbano significativas, de caimento de baixa altimetria na Amazonia, de 1,00 a 3,00 metros, mas que, na relação geral da realidade geral da planície amazônica, dispõe ao tratamento conceitual do que é seu substrato natural. Nenhum dos planos ou obras realizadas em Macapá, dimensionam aterramentos consistentes com enormes movimentações de terra, mas sim uma negação ao substrato existente (TAKAMATSU, 2022).

Apesar da geração de um acervo digital de modelos diferenciados por computador, a análise manual de interpretação dos analistas continua relevantes, como se observa ao se discriminar a relevância que os dados hidrológicos se somam os topográficos.

A análise cartográfica realizada confirmou que a formação de tecidos urbanos abertos produz formas que são essencialmente fechadas e exclusivas e o substrato natural permanece descolado dos processos de urbanização.

#### 5. Referências

AB'SABER, A. N. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p. 7–30, ago. 2002[1969].

AGUIAR, J. do S.; SILVA, L. M. dos S. Caracterização e Avaliação das Condições de Vida das Populações Residentes nas Ressacas Urbanas dos Municípios de Macapá e Santana. In: **Diagnóstico das Ressacas do Estado do Amapá: Bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú**. Macapá: CPAQ/IEPA e DGEO/SEMA, 2003. p. 165–236.

AGUILAR, C. B. D. DE; FLAIN, E. P.; COELHO, E. C. R. **O mundo das geotecnologias: ferramentas de análise e representação territorial**. São Paulo: Editora Mackenzie, 2018.

ARAUJO, R. **As cidades da Amazônia no século XVIII: Belém, Macapá e Mazagão**. Porto: Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, 1998 [1992].

AURELI, P. V. **The possibility of an absolute architecture**. Cambridge: The MIT Press, 2011.



- BASTOS, C. M. C. B. **Conflitos ambientais urbanos em áreas de ressaca**: um estudo da comunidade negra da Lagoa dos Índios em Macapá / AP. Dissertação (mestrado)—Brasília: Universidade de Brasília, 14 ago. 2006.
- BATTY, M. **Geoinformação em urbanismo**: cidade real x cidade virtual. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2007.
- BECKER, B. **A urbe amazônica**. Rio de Janeiro: Garamond, 2013.
- BLASCHKE, T.; KUX, H. **Sensoriamento remoto e SIG avançados**. Edição: 2a ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- CARVALHO, B. M. DE. **Vivienda popular en el Amazonas brasileño**. El caso de las ressacas en la ciudad de Macapá. Tesis (Doctorado)—México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.
- CARVALHO, J. R. F. DE. **Momentos de história da Amazônia**. Imperatriz (MA): Ética Editora, 1998.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Editora Contexto, 1991.
- CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: UFPR, 2003. v. 219
- CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. [s.l.] UNICAMP/Instituto de Geociências, 1999.
- EXÉRCITO BRASILEIRO; cartográfica-se, seção de engenharia. **Mapeamento dos processos cartográficos referentes aos produtos gerados pela diretoria de serviço geográfico (DSG)**. Livro, Brasília, 2016.
- EHLERS, Manfred. Técnicas de fusão de imagens multisensor em sensoriamento remoto. **ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing**, v. 46, n. 1, pág. 19-30, 1991.
- FERREIRA, M. das G. **O sítio e a formação da paisagem urbana: um estudo do município de Belo Horizonte**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 1997.
- FERRY, L. **Les sept écologies**: Pour une alternative au catastrophisme antimoderne. Paris: L'observatoire, 2021.
- FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia**: Conceitos e Tecnologias Atuais. São Paulo, SP, Brasil: Editora Oficina de Textos, 2008.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. CENTRO DE DESENVOLVIMENTO URBANO. **Projeto Macapá**. Proposta técnica financeira. Belo Horizonte: Fundação Joao Pinheiro, 1973.
- GRANELL-PÉREZ, M. DEL C. **Trabalhando geografia com as cartas topográficas**. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.
- GURNELL, A.; LEE, M.; SOUCH, C. Urban Rivers: Hydrology, Geomorphology, Ecology and Opportunities for Change. **Geography compass**, v. 1, n. 5, p. 1118–1137, set. 2007.
- Hardman (2019, p.196-197)
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. [s.l.] Parêntese Editora, 2009.
- LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- LEUKERT, K. DARWISH, A. & REINHARDT, W. Urban Land-cover Classification: An Object-based Perspective. **2nd Joint workshop on remote sensing and data fusion over urban areas**, Berlin, May 2003.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

\_\_\_\_\_. **Tecnologias de geoinformação para representar e planejar o território urbano**. [s.l.] Interciência, 2016.

MOSTAFAVI, M. et al. **Urbanismo ecológico na América Latina**. Edição bilíngue-Espanhol / Português ed. [s.l.] Editora Gustavo Gili, 2019.

NUNES, L. H. **Urbanização e desastres naturais: Abrangência América do Sul**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2015.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

PEREIRA, A. C. B.; SOUSA, J. C. DE; SILVA, R. T. DA. Desigualdade social, áreas de ressaca e locais perigosos em Macapá/AP. **V REA Reunião Equatorial de Antropologia e XIV ABANNE Reunião de Antropólogos Norte e Nordeste**, p. 1–10, 2015.

PINTO, L. F. **O fim da Amazônia: desmatamento e grilagem**. Manaus: UEA Edições, 2014.

REBELE, F. Urban Ecology and Special Features of Urban Ecosystems. **Global ecology and biogeography letters**, v. 4, n. 6, p. 173, nov. 1994.

RYKWERT, J. **A ideia de cidade**. São Paulo: Perspectiva, 2006.

SAADI, A. **Modelos morfogenéticos e tectônica global: reflexões conciliatórias**. Geonomos, 1998.

SANTOS, E. R. C. Urbanização e rede urbana na Amazônia Setentrional Amapaense. **Revista formação online**, v. 2, n. 19, p. 107–131, 2012.

SANTOS FILHO, H. dos. **Mapeamento e classificação das áreas de ressaca na região Metropolitana de Macapá - AP** utilizando imagens do Satélite CBERS-2B. Dissertação (mestrado)—Belo Horizonte: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2011.

SILVA, A. S. DA. **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SOUZA FILHO, P. W. M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, p. 427-435, 2005.

SOUZA, J. dos S. A. de. **Qualidade de vida urbana em áreas úmidas: ressacas de Macapá e Santana - AP**. Dissertação (mestrado)—Brasília: Universidade de Brasília, 2003.

STRAHLER, A. N. **Geografia Física**. Octava edición. Ediciones Òmega, S.A Barcelona, 1986.

STRAHLER, A.H. WOODCOCK, C.E; SMITH J.A. On the nature of models in remote sensing. **Remote sensing of environment**, 20::121-139, 1986

TAKAMATSU, P. H. T. **Relações entre a malha urbana e o substrato natural no contexto amazônico: o caso da cidade de Macapá – Amapá**. Tese (doutorado)—Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021

TAKAMATSU, P. H. T.; LASSANCE, G. C. O tecido urbano de malha ortogonal no contexto Amazônico: o caso da cidade de Macapá – Amapá. Anais do Asociación de Escuelas y Facultades Públicas de Arquitectura de América del Sur - XXIII Congreso e XXXVIII **Encuentro ARQUISUR, ARQUISUR 2019: A produção da Cidade Contemporânea no Cone Sul: desafios e perspectivas da Arquitetura e Urbanismo**. Belo Horizonte, 2019.

TAKAMATSU, P. H. T.; BELEM, F. L. De bons ares à natureza áspera: representações urbanísticas para a cidade de Macapá: olhar sobre a estrutura da malha urbana e os substratos natural. **Anais do 17 SHCU - Seminário de História da Cidade e do Urbanismo**. Belo Horizonte, 2022

TAKIYAMA, L. R. **Projeto zoneamento ecológico econômico urbano das áreas de ressacas de Macapá e Santana, estado do Amapá** - Relatório Técnico Final. Macapá: IEPA, 2012.

TAKIYAMA, L. R.; SILVA, A. Q.; COSTA, W. J. P.; NASCIMENTO, H. S. Qualidade das Águas das Ressacas das Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú In: Takiyama, L. R.; Silva, A. Q. **Diagnóstico das ressacas do Estado do Amapá: Bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú**, Macapá-AP, CPAQ/IEPA e DCEO/SEMA, 2003, p. 81-104.

THOMAZ, D. DE O. et al. Afirmação do espaço construído e a negação do ambiental: análise da Lagoa dos Índios em Macapá/AP. **Anais do XVII ENANPUR**. São Paulo 2017, p. 14, 2017.

VARGAS, G. M.; BASTOS, C. M. C. B. Conflitos ambientais urbanos e processos de urbanização na Ressaca Lagoa dos Índios em Macapá/AP. **Cadernos metrópole**, v. 15, n. 29, p. 265–288, 2013.

VIEIRA, L.; CADER, R. A política ambiental do Brasil: ontem e hoje. **Revista eco**, v. 21, 2007.

VIGANÒ, P. Extreme cities and bad places. **International journal of disaster risk science**, v. 3, n. 1, p. 3–10, mar. 2012.

VIGANÒ, P.; CAVALIERI, C.; CORTE, M. B. **The Horizontal Metropolis Between Urbanism and Urbanization**. Switzerland: Springer, 2018

WEISER, A. A.; TOSTES, J. A. O uso legal ou ilegal de áreas úmidas na Amazônia: análise de áreas de ressacas na cidade de Macapá (AP). **Anais do 4o CIHEL - Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono** (Porto / Corvilha/ Portugal), p. 14, 2017.

ZHANG, C.; BALTASAVIAS, E. Melhoria e Atualização de uma Base de Dados Rodoviários por meio de Técnicas de Análise de Imagens, Usando Múltiplas Fontes de Conhecimento e Índícios. In: BLASCHKE, T. E KUX, H. (ed.) *Sensoriamento Remoto e SIG Avançados*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. Cap. 7, p. 78 – 88

---

<sup>i</sup> Softwares licenciados para o Curso de Arquitetura e Urbanismo

<sup>ii</sup> A dificuldade da localização dos dados primários, também pode se dar na explicitação de dados associados. Ao que tudo indica a imagem localizada está correlacionada a arquivo CAD, pois sua conformação de recorte e dados possíveis de serem extraídos são condizentes com ambas. Além disso, dados de autorização de levantamentos complementares para elaboração do CAD são coerentes com o período das datas de produção de ambos.

<sup>iii</sup> Imagem title number T22 NDF Sentinel 09/03/2016