

## Geoprocessamento aplicado à análise de viabilidade para a concepção de um parque agrário no município de Pato Branco – PR

### RESUMO

Ao longo do tempo, o desenvolvimento de territórios vem sendo consumado por ocupações exclusivamente urbanas, que ocasionam, por vezes, a identificação de elementos que atestam a negligência do planejamento territorial mais adequado e descaracterizam os espaços e suas respectivas paisagens, principalmente no que diz respeito às extensões de confluência entre os meios rural e urbano. Para tanto, são propostos modelos de ordenação territorial que considerem todos os aspectos envolvidos na estruturação do território pensado através da ótica da sustentabilidade, capaz de promover a qualidade de vida dos indivíduos que a ele pertencem, como é o caso do modelo de parque agrário. Seguindo critérios da Arquitetura Rural em nível regional e valendo-se de técnicas de Geoprocessamento, a saber, manipulação de dados vetoriais, execução de algoritmos matriciais e álgebra de mapas com apoio à decisão através de Análise Hierárquica Multicritério, esta pesquisa apresenta uma análise de viabilidade para concepção de um parque agrário no município de Pato Branco, que está inserido na mesorregião Sudoeste do estado do Paraná, Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arquitetura Rural. Parque Agrário. Geoprocessamento. Análise Hierárquica Multicritério.

**Maria Fernanda de Faveri Marquesine**  
[mariaffaverimarquesine@gmail.com](mailto:mariaffaverimarquesine@gmail.com)  
Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Paraná. Brasil.

**Henrique dos Santos Felipetto**  
[felipetto@utfpr.edu.br](mailto:felipetto@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. Paraná. Brasil.

**Luci Merhy Martins Braga**  
[lucimerhy@gmail.com](mailto:lucimerhy@gmail.com)  
Universidade Estadual de Campinas. Campinas. São Paulo. Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

Os efeitos do imoderado crescimento das cidades se expressam em múltiplas e articuladas dinâmicas – ambientais, sociais, econômicas, entre as demais que se pode citar. A relação urbano-rural relaciona-se a esses efeitos à medida em que as pressões urbanas inibem o espaço rural, gradativamente esquecido até tornar-se sujeito a transformar-se e ser subjugado ao meio urbano. É necessário que este espaço de convergência entre os dois meios seja planejado para garantir a manutenção das características que lhes são próprias e assegurar, de maneira profícua, o seu desenvolvimento socioeconômico.

Através da Arquitetura Rural, direciona-se um enfoque transdisciplinar ao chamado “espaço-nu” (ARGOLLO FERRÃO, 2007) ou “vazios de expansão urbana” (SANTOS, 2004, p. 60) para analisar a paisagem e promover a ordenação territorial. Ao se tratar, portanto, do espaço-nu, suscita o conceito de parque agrário entre as possibilidades de ocupação que se diferem da ocupação urbana comumente desenvolvida. O conceito de parque agrário corresponde a elementos de ordenação que objetivam o estabelecimento de interações entre o meio urbano e o meio rural, garantindo a promoção do desenvolvimento regional sustentável, agregando valor – em sentido integral – à imagem da região, e contribuindo para com o bem-estar e sensação de pertencimento da comunidade.

O parque agrário é capaz de favorecer, dessa forma, os bens produtivos e econômicos de uma região na mesma medida em que valoriza o trabalho do homem do campo, preservando suas raízes, sua história e a história do lugar transpassado por gerações de agricultores, traduzida na preservação do patrimônio da paisagem rural.

A figura do parque agrário surge em cenário italiano, e atualmente são verificados modelos de parques agrários reconhecidos como retratos do desenvolvimento regional na Europa – proeminentemente, na Espanha –, e nos Estados Unidos. As estruturas são destinadas à produção primária, à sua proteção e valorização. Além disso, o resguardo do meio ambiente e o equilíbrio do ecossistema surgem como requisitos necessários para o fim a que se destina.

É basilar compreender os processos que se desenvolvem em uma dada região, fundamentando sua descrição em quatro níveis compreendidos pela Arquitetura Rural: nível regional, nível da unidade produtiva, nível da edificação e do maquinário e o nível agro-ecológico [sic], na concepção de Argollo Ferrão (2004 apud BRAGA, 2011, p. 33). O nível regional, como base para os que seguem e analisado de forma individual, é o eixo em que se estrutura esta pesquisa, integrando a abordagem a partir dos aspectos ecológico e econômico (ibid., p. 32) – uma vez que estes estabelecem correspondência com as metodologias de análise geoespacial – e do aspecto cultural (ibid.) sob abordagem teórica.

Sendo assim, define-se o nível regional “caracterizando elementos significativos de ordenação territorial” (ibid.), considerando a lógica de ocupação do espaço geográfico, o planejamento urbano e as infraestruturas de apoio econômico (adaptado de ARGOLLO FERRÃO, 2007, p. 102). A Arquitetura Rural de uma estrutura produtiva “pode ser composta por remanescentes físicos e culturais da região a que pertencem, os quais permitem a condução de estudos objetivos sobre os vários aspectos das relações entre técnica e arquitetura no âmbito dos processos produtivos” (2004 apud BRAGA, 2011, p. 32-33).

Em vista disso, tais características espaciais são descritas de modo que o aspecto ecológico é representado pelas microbacias hidrográficas como unidades de análise e planejamento; o aspecto econômico pelas regiões dedicadas à produção de uma determinada commodity agroindustrial; e o aspecto cultural através das regiões históricas, que carregam as tradições culturais fortemente vinculadas ao território que constitui a paisagem rural (ibid.).

Neste sentido, a Arquitetura Rural preocupa-se com a ordenação territorial a partir da compreensão dos respectivos processos que se desenvolvem em uma dada região, contemplando os campos de estudo da história, engenharia, agricultura, agroecologia, entre outros, e abordando alternativas para o melhoramento estrutural e, conseqüentemente, social e econômico desta região. Assim, baseando-se neste caráter transdisciplinar, um contexto produtivo pode ser descrito, analisado e configurado através dos legados físicos e culturais em âmbito regional, através de técnicas de geoprocessamento (aquisição, manipulação e análise de dados geográficos) e representação cartográfica. Para tanto, é aplicada à pesquisa a visão da Arquitetura Rural (ARGOLLO FERRÃO 2004, 2015) em nível regional, a fim de estabelecer os parâmetros confiáveis para a concepção de um parque agrário no município de Pato Branco - Paraná.

## 2 RELAÇÃO URBANO-RURAL E VAZIOS DE EXPANSÃO URBANA

A partir do século XIX, a Revolução Industrial acelerou os processos de urbanização, e a complexidade do meio rural no contexto técnico-científico-informacional reestruturou as atividades de produção, cujas demandas do desenvolvimento antrópico suscitaram a expansão dos ramos associados à economia agrária (ELIAS, 2012, p. 7) – industrialização, atividades comerciais e serviços –, na mesma medida em que cresceram as redes urbanas.

O crescimento desordenado das redes urbanas, com o intenso advento da industrialização no território brasileiro a partir da segunda metade do século XX, provocou fenômenos espaciais que carregamos como herança ainda em nossos dias. Este cenário é observado, por exemplo, no aparecimento de vazios de expansão urbana, conceituados como áreas ociosas pertencentes ao perímetro urbano ou zona urbana do município com densidade urbana mais baixa em comparação a outras áreas da cidade e com características de ocupação descontínua, isto é, situados nas faixas de confluência entre o meio urbano e o meio rural, sendo inutilizadas ou subutilizadas, sem cumprir função social correspondente. Apresentam-se, não raramente, como áreas onde não se desenvolvem atividades agrícolas ou outras que a valham, a uma produção mínima aceitável para o fim a que se destina (adaptado de SANTOS, 2004, p. 60 e FREITAS; NEGRÃO, 2014, p. 481).

A ocorrência de espaços vazios de expansão urbana é consequência de processos históricos, políticos, econômicos e geográficos (FREITAS; NEGRÃO, 2014, p. 481), que apresentam o princípio comum de um planejamento territorial desordenado e/ou gestão urbana ineficiente e não levaram em consideração as circunstâncias próprias do meio físico na disposição do espaço.

Deste modo, é idealizada uma relação entre os meios urbano e rural em que não haja detrimento de um sobre outro, em que o ordenamento espacial seja realizado da maneira mais sustentável no que diz respeito à degradação ambiental

e ao meio físico na utilização do território (TABALIPA, 2002, p. 126). Assim sendo, a idealização da ordenação territorial subsidiaria a integração harmônica e eficiente entre o espaço rural e o urbano, considerando essa interação como uma necessidade.

### **3 BACIAS E MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS**

O entendimento das bacias hidrográficas enquanto unidades básicas de estudo e de planejamento do território regional é assentido há tempos, dadas as suas características naturais que conjecturam um sistema de delimitação geográfica de simples reconhecimento e caracterização, que permite a eficiência da relação entre fenômenos e interações naturais e antrópicos: desenvolvimento de atividades de ocupação social, agrícolas, urbanas e industriais.

O abastecimento hídrico necessário às atividades antrópicas é subsidiado pela gestão dos recursos naturais disponíveis nas bacias e microbacias hidrográficas. No setor da produção agrícola, as atividades dependem categoricamente da precipitação e evapotranspiração das águas e das técnicas de manejo aplicadas à produção, que assistem esses processos naturais do ciclo hidrológico (MENDES; TUCCI, 2006, p. 40).

As atividades humanas têm alterado as áreas naturais por diversos tipos de ocupações que caracterizam diferentes tipos de solo. Para que a gestão dessas atividades seja coerente e sejam desenvolvidas políticas públicas de administração dos territórios pertencentes à bacia hidrográfica, é imprescindível que seja realizada a análise de uso e ocupação do solo, através de informações espaciotemporais sobre o estado da arte da paisagem destes territórios (JANSEN & DI GREGÓRIO, 2004; SOUTHWORTH et al., 2004; MENDOZA et al., 2011; apud COELHO et al., 2014, p. 64).

Neste sentido, enquanto o conceito de parque agrário se propõe a desenvolver a gestão territorial pensada sob a ótica do desenvolvimento sustentável, importa que sejam determinadas áreas mais e menos suscetíveis a conflitos de uso do solo, considerando a extensão territorial das bacias hidrográficas do município, para que sejam classificados territórios de maior ou menor necessidade de intervenção, tendo em vista a perpetuação do ecossistema.

### **4 APTIDÃO AGRÍCOLA**

A relação direta entre desenvolvimento econômico sustentável e o meio ambiente torna-se evidente à medida em que são analisadas as mudanças de fatores ambientais enquanto causas de maiores ou menores contingentes produtivos em determinada região.

A capacidade de uso dos solos para a agricultura pressupõe condições relativas a parâmetros como riscos de erosão e inundação; estudo preliminar da topografia como facilitadora ou como impedimento para a mecanização; produtividade e fecundidade dos solos, entre outros fatores que se configuram como condicionantes para o desenvolvimento adequado de atividades agrícolas (LEPSCH, 1991, p. 13). Deste modo, valendo-se das categorias declividade e tipos de solo – principais fatores influenciadores da produtividade –, é possível avaliar a aptidão agrícola de determinado território.

## 5 PRODUÇÃO DE COMMODITIES AGROINDUSTRIAIS

De acordo com o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES (2009), a estrutura produtiva industrial do Sudoeste e, conseqüentemente, a geração de empregos formais, fundamenta-se na produção de grãos e proteína animal. Importa que se ressalte que este contexto de notoriedade da atividade agrícola justifica-se pela forte presença de agricultores familiares e pelas restrições naturais, sociais e econômicas da mesorregião, como supracitado pelo aspecto ecológico.

O Sudoeste conforma uma estrutura de produção de grãos com ênfase nas culturas da soja, milho e trigo. Os grãos in natura são as commodities que alavancam o setor agropecuário da mesorregião e contribuem para o Valor Bruto da Produção Total (VBP). Se faz relevante a análise da forma como um município, enquanto referência na produção de commodities na mesorregião à qual pertence, modifica a paisagem. Análise esta, integrada à ocupação do território em função da dinâmica de drenagem dos recursos hídricos e traduzida pelas bacias hidrográficas como elementos ordenadores do território. O meio rural, incentivado a modernizar-se pelos processos cada vez mais recorrentes de aplicação de tecnologias na produção de commodities, impõe ao meio urbano a imprescindibilidade do planejamento e ordenamento territorial com vistas à funcionalidade, dada a exigência por serviços tecnológicos, créditos, assistência técnica, equipamentos, insumos e demanda de empregos: fatores necessários à expansão da produção agrícola, isto é, “o agronegócio conforma um urbano funcional ao desenvolvimento das atividades produtivas” (COSTA SILVA, 2012, p. 1).

## 6 REGIÕES PATRIMONIAIS COMO UNIDADES DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO

Quando se pensa na Arquitetura como a ciência e a arte de construir, é fundamental assegurar a funcionalidade pragmática do espaço. No caso da Arquitetura Rural, o estudo sobre a funcionalidade do espaço em nível regional pode ser atestado pela integração de camadas de informação de caráter ecológico e ambiental. Todavia, não menos importante é considerar a dimensão histórico-cultural do local: deve-se entender que, além da função pragmática da produção de alimentos, há uma dinâmica de processos antrópicos existente no nicho da produção agrícola, principalmente quando percebemos um município como um território que se desenvolveu sobre as bases da agricultura familiar, como é o caso de Pato Branco.

Muito mais do que apenas conservar recursos naturais e favorecer condições econômicas, o interesse em discutir Arquitetura Rural existe para conservar o “meio” humano e um ambiente pensado de maneira holística. Estudar os fatores de adequação de um parque agrário a um território é colocar-se diante da potencialidade que os patrimônios rurais – isto é, os estabelecimentos rurais que perpassaram os anos construindo a paisagem agrícola através do trabalho –, têm em serem identificados, propiciando a discussão e o conhecimento de um povo sobre sua história e suas raízes e fazendo os indivíduos apropriarem-se ao território que foi construído por mérito de seus esforços (BRAGA, 2011, p. 34).

Em vista das origens de um município fortalecido pela produção agrícola, pelo cultivo da terra, que nasceu da “necessidade de sustento dos filhos devido ao

elevado número de indivíduos presentes no espaço familiar, além do anseio de ampliação da qualidade de vida percebido através da conquista de novas terras” (BERTOL, 2019, p. 94), sabe-se que, ao retomarmos o cenário histórico-cultural do desenvolvimento do município a partir das agroindústrias familiares em Pato Branco, sobreleva-se que “a maioria dos seus atores se caracteriza como personagens presentes e protagonistas do cenário da agroindustrialização familiar no município” (ibid., p. 72).

É inegável, portanto, a importância de ser preservado o legado cultural dos produtores rurais do município, que está, como evidenciado, intimamente atrelado aos demais aspectos abordados nesta pesquisa.

## **7 GEOPROCESSAMENTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIGs)**

Ao passo que se analisa uma região de considerável extensão territorial, cujas decisões acerca de questões e problemáticas urbanas e ambientais são constantemente recorrentes, importa que seja possível garantir o acesso a informações geográficas adequadas. Neste contexto, é proeminente o potencial apresentado pelo Geoprocessamento, descrito como

a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas, cuja influência é verificada de maneira crescente nas áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional (ASSAD; SANO, 1998, p. 3).

Ao fornecer informações relacionadas à superfície do terreno, originada pela natureza ou pela ação antrópica, o Geoprocessamento qualifica-se como área amplamente acessível, uma vez que se baseia em tecnologias de baixo custo e permite a realização de análises complexas ao integrar informações de diversas fontes para criar bancos de dados georreferenciados, além de automatizar a produção de documentos cartográficos através dos seus instrumentos computacionais, chamados Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

Para Demers (1999 apud SANTOS, 2004, p. 34), Sistemas de Informações Geográficas referem-se a um ramo da geografia comprometido em automatizar idéias [sic] e conceitos e dar respostas a diversas questões baseadas em dados mapeados. Na medida em que foram desenvolvidos novos estudos, tornou-se possível a realização de mapeamentos específicos – denominados mapas temáticos –, tais como os de distribuição de tipos e uso de solo, vegetação, análise estatística classificada, entre outros (ibid.)

Os dados com os quais são realizados os trabalhos em Geoprocessamento podem ser implementados no mapa na forma vetorial – geometrias de dados definidos por comprimento, direção e sentido – ou matricial – imagens ou modelos digitais de superfície, isto é, estruturas raster, em que a menor unidade é o pixel, cuja dimensão determina a resolução utilizada (SAMPAIO, 2019, p. 33; SANTOS, 2004, p. 34 apud MOURA, 2003).

É fundamental que esses dados sejam relacionados em modelagem conceitual, uma vez que a delimitação de sua estruturação é o fator que garantirá o potencial da análise espacial, atestando menor ou maior capacidade de atender às necessidades para as quais foi criado. A arquitetura dos dados pode seguir o

modelo Entidade-Relacionamento, estruturada por entidades, grupos de entidades, atributos, atributos-chave e relacionamentos (SANTOS, 2004, p. 35-36).

Valendo-se da modelagem de dados geográficos, o Geoprocessamento subsidia metodologias de estabelecimento de padrões de ocupação dos diferentes fenômenos geográficos que se distribuem sobre a superfície da Terra. A representação de tais fenômenos determina e esquematiza os mecanismos implícitos e explícitos de inter-relação entre eles e atesta a contribuição de cada um para a obtenção de um mapa resultante (ASSAD; SANO, 1998, p. 8).

### 7.1 Análise Hierárquica Multicritério

Os modelos conceituais SIG “podem ser descritos como a combinação de um conjunto de dados de entrada através de uma função, produzindo um novo dado de saída” (CÂMARA et. al., 2001, p. 4), e podem ser inferidos “de acordo com critérios ponderados, que resultam em um patamar (grau), em uma escala de potencialidade” (BONHAM-CARTER, 1994 apud ibid.), também definidos como co-ocorrência ponderada (HARRIS, 1989 apud ibid.). Neste caso, a viabilidade será calculada pela combinação de evidências bibliográficas multifonte, isto é, o “peso a ser atribuído a um mapa depende da análise da importância da evidência em relação a uma ocorrência conhecida ou do julgamento subjetivo de especialistas” (ibid. Grifo nosso).

A escolha da combinação das variáveis envolvidas no objetivo a que se propõe um SIG dispõe de ferramentas de suporte à decisão, que auxiliam a organização e o estabelecimento de um modelo racional de combinação de dados. Uma das técnicas mais úteis é o processo analítico hierárquico - Analytical Hierarchy Process (AHP), desenvolvida por Saaty (1980) (adaptado de CÂMARA et. al., 2001, p. 28), diretamente relacionada ao fato de que “certos problemas não podem ser resolvidos considerando-se, apenas, um único critério”, de tal modo que seja útil “promover a hierarquização das possibilidades ou alternativas de resolução de um determinado problema, apoiando o gestor na tomada de decisão” (SOUZA, 2008 apud FALCÃO, 2013, p. 32).

Uma vez que as variáveis correspondentes a cada categoria de análise apresentam valores em unidades diferentes, há a necessidade de uniformização através do processo de normalização para uma mesma escala, valendo-se da Equação 1 (EASTMAN, 1997 apud FALCÃO, 2013, p. 38):

$$X_i = \frac{R_i - R_{\text{mín}}}{R_{\text{máx}} - R_{\text{mín}}} \quad (1)$$

Onde:

R<sub>i</sub> = valor a ser normalizado;

R<sub>mín</sub> = valor mínimo para o critério;

R<sub>máx</sub> = valor máximo para o critério.

A agregação das variáveis pode ser calculada através de diferentes métodos, tal como o de Combinação Linear Ponderada (CLP), em que os fatores ou critérios relativos são avaliados como variáveis totalmente contínuas, ao invés de restrições lógico-booleanas de mera identificação de ocorrência ou não-ocorrência,



combinando as variáveis através de uma média ponderada, expressa pela Equação 2 (adaptado de FALCÃO, 2013, p. 40):

$$S = \sum_i w_i \cdot x_i \quad (2)$$

Onde:

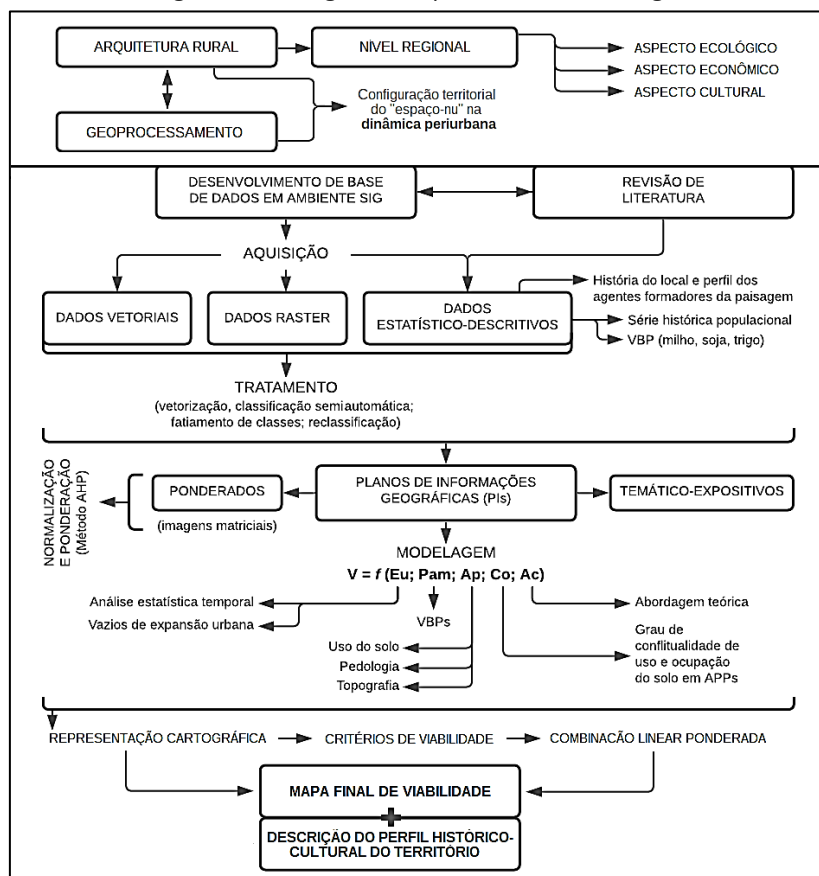
S = valor final do escore;

w<sub>i</sub> = peso da variável;

x<sub>i</sub> = valor normalizado da variável.

Na Figura 1 são apresentados os procedimentos a serem executados para a análise de viabilidade, contemplando as etapas de modelagem, tratamento e combinação de dados, bem como a representação cartográfica do modelo V a partir dos mapas de entrada correspondentes aos critérios da função e a descrição do perfil dos agentes modificadores da paisagem do território.

Figura 1 – Fluxograma de processos metodológicos.

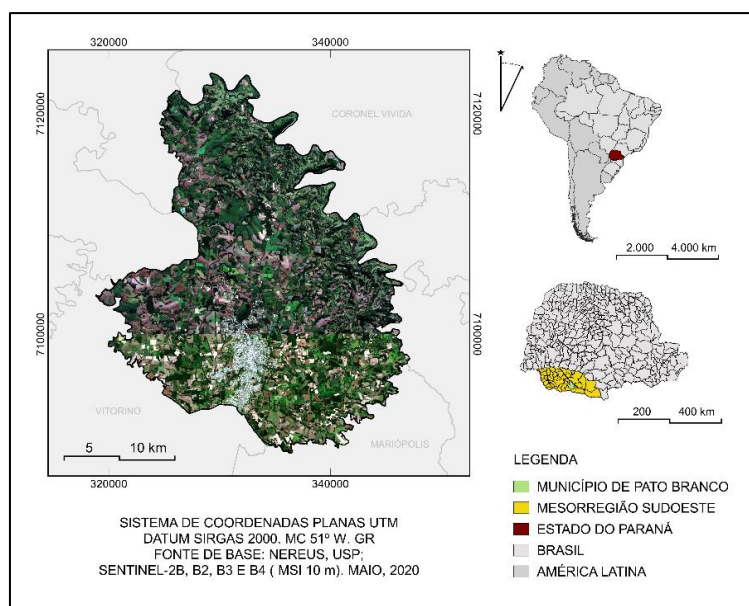




## 8 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Pato Branco está localizado na mesorregião Sudoeste do Estado do Paraná (Figura 2), sobre altitude média de 760 metros, latitude 26° 13' 46" ao Sul e longitude 52° 40' 18" a Oeste do Meridiano de Greenwich, cuja extensão encerra a área de 539,029 km<sup>2</sup>.

Figura 2 – Localização do município de Pato Branco, mesorregião Sudoeste, estado do Paraná e Brasil.



A população do município é estimada em 82.881 habitantes (IBGE, estimativa para 2019), sendo 79.934 na área do perímetro urbano e 2.947 na área rural. Com sede formalmente instalada em 1952, desde a década de 70, o município de Pato Branco perpetuou a posição de destaque frente ao grau de urbanização da mesorregião e, inclusive, do Paraná, apresentando taxa de crescimento populacional bastante superior à média do Estado (IPARDES, 2004, p. 29): 3,1% ao ano.

A elevação do contingente populacional urbano durante esse período se projetou principalmente na década de 80, cuja intensificação do êxodo rural refletiu na ampliação das redes urbanas de todos os municípios da mesorregião Sudoeste, a destacar, mais uma vez em contexto regional, Pato Branco, que prenunciou aos demais municípios, a partir de então, a superação da população urbana sobre a rural.

Cabe ainda a devida consideração à influência direta da ordenação da malha rodoviária do Sudoeste ao desenvolvimento urbano regional, uma vez que à medida em que a logística e a infraestrutura são bem planejadas e qualificadas, as dinâmicas de transporte, circulação e comunicação serão mais efetivas e desenvolvidas. Ademais, em hodierno, deve-se observar outros fatores que caracterizam a urbanização do município: apresentar aeródromo que interliga o Sudoeste à capital do Estado, promover incentivos públicos ao aporte tecnológico e destacar-se pela atuação de suas universidades. Esses fatores, as circunstâncias históricas e econômicas justificam o crescimento da taxa de urbanização de Pato

Branco ao decorrer dos anos, conforme as estatísticas dos Censos Demográficos do IBGE, dentre os anos 1970 e 2000.

A partir de 2009, o direcionamento da expansão territorial do município passou para o sentido Norte-Oeste, uma vez que a ocupação já atingia o limite Sul do perímetro urbano, fatos pelos quais se explica a aprovação em licitação pública (2012) de um projeto para incentivo à ocupação do Contorno Norte do município e promover a diminuição do tráfego intenso na BR-158, que passaria a ser uma avenida que interliga o município (DELAFIORI et al., 2017, p. 30-31).

## 9 METODOLOGIA

### 9.1 Aquisição de Dados

Para o tratamento digital dos planos de informações utilizados como eixo neste trabalho, bem como realizar a modelagem dos dados, processamento de algoritmos lógico-espaciais e representação temática dos fenômenos geográficos coexistentes, utilizou-se o software livre QGis, desenvolvido em código-fonte aberto, nas versões 2.8.9 “Wien”; 3.10.6 “A Coruña”; e 3.14.0, “Pi”.

O trabalho se inicia na preparação dos Planos de Informação (PI) base, que permitirão a confecção dos PI utilizados na inferência hierárquica multicritério. Os PI base são:

- a) PI Limites Municipais, contendo a base cartográfica da divisão político-administrativa do Estado do Paraná (Núcleo de Economia Regional e Urbana, Universidade de São Paulo, 2020).
- b) PI Rede Hidrográfica, contendo os limites das bacias e microbacias do município, bem como o curso dos rios, vetorizados através do método de orientação por topos de morro, a partir de cartas topográficas (2862/1, 2862/2 e 2862/4, escala 1:50.000, Divisão do Serviço Geográfico do Exército, 1980);
- c) PI APPs, contendo as Áreas de Preservação Permanente, geradas por geometria buffer a partir das geometrias lineares dos cursos dos rios, conforme suas medidas de largura – determinadas indiretamente, através de imagem de satélite – e o disposto na Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal), que prevê os limites das APPs às margens dos cursos d’água e nascentes.
- d) PI Uso e Ocupação do Solo, contendo as classes e respectivas amostras coletadas para treino em classificação semiautomática com algoritmo de máxima verossimilhança (Maximum Likelihood Estimation), através de imagens SENTINEL-2B (resolução espacial de 10 metros), datadas de maio/2020 e compostas pelas bandas R, G e B: cultivo agrícola, cobertura vegetativa, solo exposto, cobertura morta/forragem, hidrografia – a partir de aproximadamente 300 amostras coletadas; e mancha urbana (vetorizada).

A fim de atestar a confiabilidade das informações obtidas via classificação, observou-se o coeficiente de concordância Kappa, sugerido por Cohen em 1960 (ARAÚJO, 2015, p. 12), que varia entre 0 (menor concordância, classificação fraca)

e 1 (maior concordância, classificação quase perfeita), e é calculado utilizando a equação:

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} = 1 - \frac{1 - P_0}{1 - P_e} \quad (3)$$

Onde:

P<sub>0</sub> é a taxa de concordância;

P<sub>e</sub> é a taxa de probabilidade de concordância.

- e) PI Declividade, contendo as classes de declividade determinadas através do algoritmo de fatiamento r.reclass, a partir de Modelo Digital de Elevação - MDE Alos Palsar (resolução espacial de 12,5 metros, quadros 6660 e 6650, datados de 2011, Alaska Satellite Facility).
- f) PI Solos, contendo as classes de solo presentes na extensão do município (escala 1:5.000.000, datado de 2001, EMBRAPA e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE).

Como resultado da fotointerpretação, edição vetorial e utilização de algoritmos espaciais de manipulação, são obtidos os PI que serão utilizados para inferência espacial. Os PI preexistentes em formato vetorial foram convertidos para o formato matricial através de processamento do algoritmo v.to.rast, para posterior modelagem utilizando a calculadora raster.

- a) PI Aptidão Agrícola, obtido da álgebra espacial entre os PI Uso e Ocupação do Solo, Declividade e Solos, considerando as áreas de classe de ocupação “cultivo agrícola”, “solo exposto” e “cobertura morta/forragem”.
- b) PI Conflitualidade de Uso e Ocupação, obtido da álgebra espacial entre os PI APPs, Uso e Ocupação do Solo e Rede Hidrográfica, em que o território compreendido por cada bacia ou microbacia foi classificado em grau de conflitualidade.
- c) PI Vazios de Expansão Urbana, contendo as áreas identificadas como ociosas no perímetro de expansão urbana do município, vetorizadas a partir de imagens de satélite de acesso livre (Google Earth, 2020).
- d) São estruturados, ainda, os PI estatísticos, que fundamentam o aspecto de crescimento urbano do município e o aspecto econômico, respectivamente:
- e) PI Crescimento Urbano, base de dados estatísticos comparativos da taxa de crescimento urbano do município à da mesorregião à qual pertence, na série histórica intervalada em aproximadamente 10 anos, de 1970 a 2019 (Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, População estimada residente, série histórica).
- f) PI VBP, contendo os valores brutos de produção das commodities milho, soja e trigo da safra 2018 nos municípios da mesorregião Sudoeste Paranaense (SIDRA, Produção Agrícola Municipal).

## 9.2 Modelagem

O modelo geral de SIG proposto para a determinação da viabilidade de concepção de um parque agrário no município de Pato Branco - PR está representado na equação:

$$V = f(Eu; Pam; Ap; Co; Ac) \quad (4)$$

Onde:

Eu = Expansão urbana;

Pam = Produção agrícola municipal;

Ap = Aptidão agrícola;

Co = Conflitualidade de uso e ocupação;

Ac = Aspecto cultural.

## 9.3 Valoração das Variáveis

As variáveis podem ser definidas quanto à sua participação no modelo de viabilidade enquanto expositivas, restritivas e relativas; e quanto ao caráter dos dados, enquanto qualitativas ou quantitativas, ou, ainda, definidas através da combinação de dados qualitativos e quantitativos, como é o caso da variável Ap e da própria função V.

É qualitativa-restritiva a variável Us, por limitar as alternativas a determinadas classes de uso do solo. As demais variáveis (Pd (qualitativa), Tp (quantitativa) e Co (quantitativa)) são relativas, por apresentarem certos graus de aptidão para atestar a viabilidade de concepção de um parque agrário.

As variáveis Eu (quantitativa-qualitativa, correspondente à análise temporal do grau de urbanização do município e à identificação espacial dos vazios de expansão urbana) e Pam (quantitativa, correspondente ao Valor Bruto da Produção das commodities) são estatísticas e expositivas para fins de comprovação, de tal modo que não participam da valoração baseada em critérios. Os critérios para valoração das demais variáveis foram determinados através do método hierárquico multicritério de apoio à decisão (AHP) ou seguindo o grau de participação da mesma na inferência de viabilidade, pelas condições do seu próprio equilíbrio dinâmico em relação às variáveis do sistema, cujos pesos foram atribuídos baseando-se em pesquisa bibliográfica (MUÑOZ et. al., 2005, p. 4-5) e em ocorrências conhecidas. A comparação entre as variáveis que demandaram a utilização do método AHP é organizada na matriz de prioridade relativa (Tabela 1).

Tabela 1 – Matriz de prioridade relativa.

<b>Categoria</b>	<b>Variável</b>	<b>Peso</b>	<b>Definição do peso</b>	<b>Variável correspondente</b>
V	Ap	1	Igualmente preferido	Co
	Pd	2	Entre igual e moderado	Tp
Ap	Us	7	Muito fortemente preferido	Tp
	Us	5	Fortemente preferido	Pd
	LV	3	Moderadamente preferido	NV
Pd	LV	9	Extremamente preferido	RR
	NV	5	Fortemente preferido	RR

- a) Valoração de Tp. A capacidade de uso agrícola segue as recomendações de Lepsch (1983), que atesta que, em função da erosão hídrica, quanto menor a declividade da área, mais apta está à produção agrícola e à utilização de maquinários.
- b) Valoração de Pd. A capacidade de uso agrícola diz respeito, ainda, à tipologia do solo quanto à resistência do material aos processos modeladores da paisagem e à capacidade de armazenamento hídrico e saturação do solo (adaptado de AGUILAR E MENDOZA, 2002 apud MUÑOZ, 2005, p. 5). O Latossolo Vermelho (LV) é um solo bem desenvolvido, profundo e bem drenado, comumente presente em áreas de relevo suave ondulado a plano. Por apresentar boa capacidade de armazenamento de água e efluentes e bom potencial para uso com mecanização agrícola e agricultura irrigada, é muito utilizado como substrato para produção agrícola intensiva, pastagem e silvicultura; o Nitossolo Vermelho (NV) é um solo bem desenvolvido e profundo, cuja fertilidade natural é média a alta, com boa capacidade de armazenamento de água, uso favorável à mecanização agrícola e irrigação quando em relevo suave ondulado. Apresenta, no entanto, risco de erosão laminar, risco de compactação por máquinas agrícolas e, em alguns casos, problemas com o relevo ondulado. É geralmente utilizado como substrato para agricultura intensiva, pastagem e silvicultura, além de servir à pecuária extensiva; o Neossolo Regolítico (RR) possui boa reserva de nutrientes para os vegetais, apresenta potencial baixo a médio para agricultura irrigada, drenagem boa a moderada e ocorre em relevo pouco movimentado, o que permite a mecanização agrícola. É utilizado como substrato para cultivos agrícolas de subsistência, pastagem, pecuária extensiva e agricultura irrigada, apesar de apresentar baixa fertilidade natural e baixa capacidade de retenção de água, baixos teores de matéria orgânica e, em alguns casos, pequena profundidade efetiva (adaptado de EMBRAPA, 2014);
- c) Valoração de Us. Consideram-se as áreas preexistentes na confluência urbano-rural e com ocupação estabelecida especialmente pelo cultivo agrícola mais viáveis à concepção de um empreendimento deste caráter, subtraindo as classes “hidrografia” e “cobertura vegetativa”. Deste modo, tem-se as classes “cultivo agrícola”, “solo exposto” e “cobertura morta” como preferíveis a este modelo de ocupação – a considerar os períodos de safra das diferentes cultivares (visto que a imagem de satélite utilizada data maio/2020).

- d) Valoração de Co. Entendendo o parque agrário enquanto um projeto de ordenação territorial, o respeito ao meio ambiente – entre outros fatores de relevância – “poderá despertar uma reação em cadeia de toda a sociedade, que pode, através de um empreendimento comum (parque agrário) se organizar e promover sua sustentabilidade” (BRAGA, p. 18, 2011). Deste modo, consideram-se as bacias e/ou microbacias que compreendem maior grau de conflitualidade de uso e ocupação do solo como áreas mais suscetíveis à intervenção de ordenação territorial sustentável.

A atribuição dos pesos na comparação par-a-par seguiu critérios de referências bibliográficas (prioridade comparada de Us, Tp e Pd: FALCÃO, 2013) e de consulta à especialista na área de ciências agrônômicas (prioridade comparada de LV, NV e RR).

A prioridade relativa entre as categorias base da equação de viabilidade (Equação 4), baseou-se nos estudos de Braga (2011), ao passo que é concluído que são fatores de igual importância para a concepção de um parque agrário (Eu, Pam, Ap, Co, e Ac).

Trata-se aqui dos conflitos de uso e ocupação do solo como fator de evidência da necessidade de intervenção territorial em locais em que, simultaneamente, as atividades agrícolas e urbanas possam ser rearranjadas de maneira harmônica, uma vez do objetivo primeiro de promover a sustentabilidade do ambiente de confluência urbano-rural. Ainda nestas considerações, importa de igual modo garantir a produtividade agrícola no local considerado. Ambos os critérios são indelévels, e não há como propô-los em hierarquia, negligenciando um ou outro.

Através do método de Análise Hierárquica Multicritério e Combinação Linear Ponderada, o mapa da variável Ap foi elaborado classificando as zonas de aptidão em “Alta”, “Média” e “Baixa”.

Os graus de conflitos de uso e ocupação do solo foram calculados considerando a razão entre a porcentagem de uso do solo em adequabilidade e a porcentagem de uso em inadequabilidade em cada (micro)bacía hidrográfica, categorizadas no intervalo de 47,6% a 67,8% de faixas de APP em desconformidade com o previsto na Lei Federal nº 12.651/2012, e identificadas pelas classes “Menor”, “Maior” e “Severa”.

Foram geradas, seguindo os pesos da matriz de prioridade relativa, três matrizes consistência, respectivamente, das categorias Viabilidade (V), Aptidão agrícola (Ap) e Conflitualidade de uso e ocupação (Co), e verificadas as respectivas razões de consistência, menores que 10%, garantindo que as avaliações da matriz não foram geradas aleatoriamente.

A prioridade relativa entre as variáveis de caráter restritivo (Us) e quantitativo (Tp e Co) foi calculada em função do próprio equilíbrio dinâmico, cujos dados originais foram transcritos em porcentagem. Todos os valores foram normalizados para o intervalo [0, 1].

## 9.4 Combinação de Variáveis

As variáveis das respectivas categorias e subcategorias foram combinadas através do método CLP, compreendido no processamento das matrizes com o complemento EasyAHP, que agrega os fatores através de média ponderada.

Para cada PI com dados normalizados, os valores dos pixels são multiplicados pelo respectivo coeficiente (peso). Os valores resultantes nos pixels de mesma localização nos planos de informação são somados, obtendo-se o plano de informação correspondente aos níveis de viabilidade (adaptado de FALCÃO, 2013, p. 77).

## 10 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 10.1 Concordância de Classificação Semiautomática

A Tabela 2 apresenta os resultados de concordância da classificação supervisionada e obtenção das classes de uso e ocupação do solo, expressos pela matriz confusão e coeficiente Kappa.

Tabela 2 – Matriz confusão e Coeficiente Kappa da classificação semiautomática.  
(1) Cultivo Agrícola; (2) Hidrografia; (3) Cobertura Vegetativa; (4) Solo Exposto;  
(5) Cobertura Morta/Forragem.

Classes	1	2	3	4	5	Total	(%)
1	80429	3	3968	33	109	84542	45%
2	0	1104	120	0	0	1224	1%
3	179	9	42567	0	0	42755	26%
4	73	0	0	22523	690	23286	13%
5	204	0	0	63	28199	28466	16%
<b>Total</b>	<b>80885</b>	<b>1116</b>	<b>46655</b>	<b>22619</b>	<b>28998</b>	<b>180273</b>	<b>100%</b>
<b>Observações Concordantes (%)</b>	46%	1%	24%	13%	16%	100%	
<b>Concordância</b>	<b>0,9673 (P<sub>0</sub>)</b>					174822	
<b>Probabilidade de Concordância</b>	0,2025	0,000036	0,0624	0,0156	0,0256	<b>0,3061 (P<sub>e</sub>)</b>	
<b>Kappa</b>	<b>0,9343</b>	<b>0,9013</b>	<b>0,9949</b>	<b>0,9647</b>	<b>0,9902</b>	<b>0,9528 (K)</b>	

A soma da diagonal é o número de pares de observações que são concordantes (174.822). No total de 180.273 observações, este valor expõe que aproximadamente 97% dos pares de observações são concordantes. O coeficiente Kappa global corresponde a 0,9528, atestando concordância global quase perfeita.

### 10.2 Análise Temporal do Crescimento Urbano

Através da dinâmica de ocupação urbana do município de Pato Branco descrita anteriormente e de estatísticas comparativas da população residente e estimada de 1970 a 2019, constata-se a tendência ao acelerado crescimento populacional em situação de domicílio urbano, justificado pela demanda por novos espaços e pelo desenvolvimento de atividades vinculadas e complementares aos setores imobiliário, tecnológico e de prestação de serviços.



O município de Pato Branco desponta com a segunda maior taxa demográfica urbana, sendo ultrapassada, apenas, pela de Francisco Beltrão, cuja diferença é expressa na contagem de pouco menos de dez mil habitantes (estimativa para 2019).

O contingente populacional urbano de Pato Branco, desde 1970, representou destaque entre as maiores contribuições para o crescimento demográfico da mesorregião, haja vista a comparação com o número total de habitantes residentes em meio urbano dos 42 municípios do Sudoeste Paranaense.

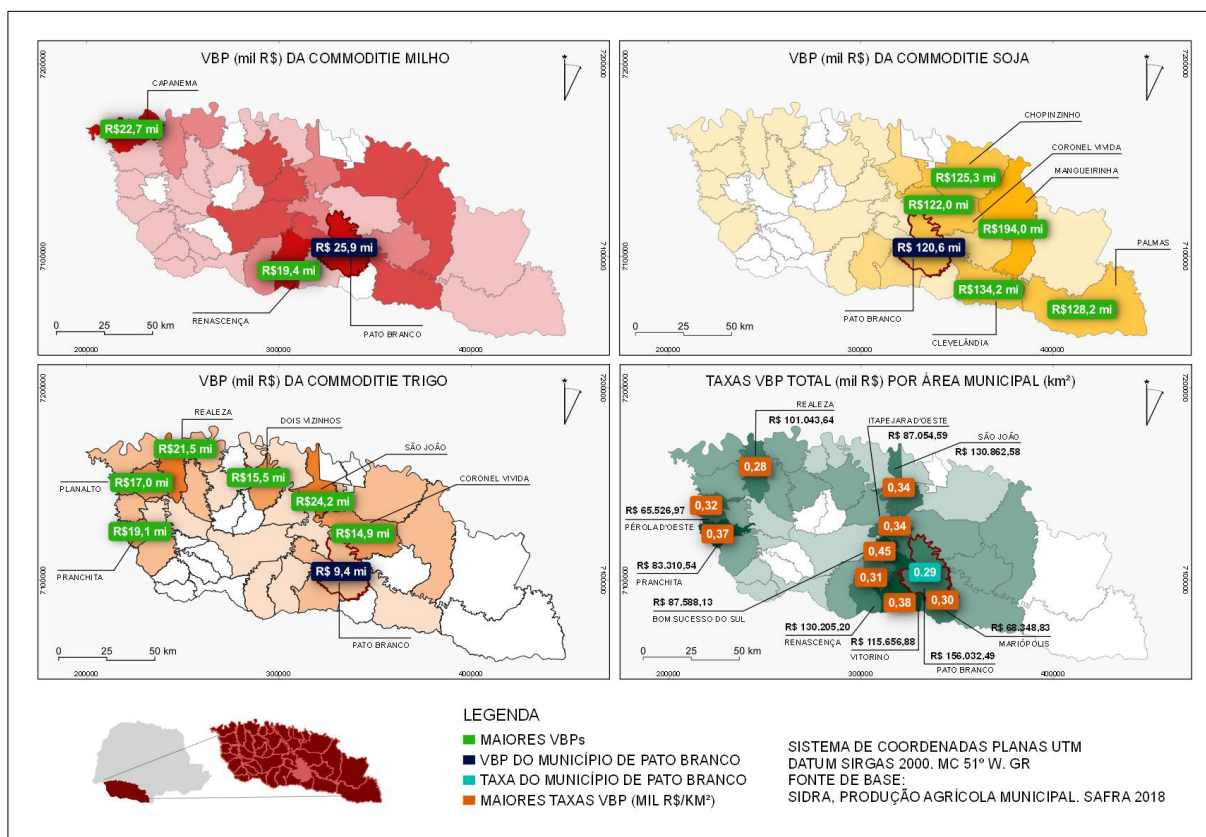
Observa-se, em intervalos aproximados de dez anos, que a população urbana do município tende a crescer linearmente, acompanhando Francisco Beltrão. A ordem de grandeza de crescimento destes dois municípios está consideravelmente distante dos demais pertencentes à mesorregião, cujas populações urbanas residentes não ultrapassam 51 mil habitantes, taxa correspondente à terceira maior demografia urbana do Sudoeste, do município de Palmas.

As causas da propensão das áreas agrícolas a sofrer pressões urbanas, cenário observado a partir da análise temporal das dinâmicas demográficas e da evolução da mancha urbana do município (DELAFIORI et al., 2017), constituem fatores de direcionamento de juízos que visem promover a adequação dos territórios em harmonia com o meio social, econômico e ecológico. A relação direta destas necessidades com os resultados do crescimento urbano desordenado é alegada, ainda, pela identificação dos vazios de expansão urbana na extensão do perímetro urbano do município, apresentados adiante no mapa temático de viabilidade.

### 10.3 Mapas Básicos de Critérios

- a) Produção agrícola municipal: as análises acerca de um território enquanto expoente regional na produção de commodities – critério básico para o projeto de desenvolvimento de um parque agrário –, foram obtidas a partir dos dados do Valor Bruto da Produção das commodities milho, soja e trigo da última safra de que se obtiveram estatísticas declaradas (2018). São representadas cartograficamente pela Figura 3.

Figura 3 – Representação cartográfica da variável Pam.



Considerando a commodity milho, o município de Pato Branco é o que apresentou maior VBP, com faturamento de R\$25,9 milhões. Em seguida, na mesma classe de rendimento – em equilíbrio dinâmico –, estão apenas os municípios de Capanema e Renasçença, cujos faturamentos concentraram, respectivamente, R\$22,7 e R\$19,4 milhões.

Para a commodity soja, Pato Branco encontra-se em sexta posição de faturamento, com R\$120,6 milhões. Na mesma classe estão os municípios de Coronel Vivida (R\$122,0 mi), Chopinzinho (R\$125,3 mi), Palmas (R\$128,2 mi) e Clevlândia (R\$134,2 mi). O rendimento proeminente foi do município de Mangueirinha, cujo montante concentrou R\$194,0 mi em 2018, posicionando-se singularmente na primeira classe de rendimento bruto da produção desta commodity.

Com relação à commodity trigo, o faturamento de Pato Branco é menos expressivo ao ser comparado aos maiores VBPs da mesorregião, assinalando a diferença de aproximadamente R\$15 mi com o maior rendimento, do município de São João, cujo valor bruto de R\$24,2 mi lhe concede posição de destaque, acompanhado, na primeira classe, pelo município de Realeza, com R\$21,5 mi. Na segunda classe estão os municípios de Pranchita (R\$19,1 mi), Planalto (R\$17,0 mi), Dois Vizinhos (R\$15,5 mi) e Coronel Vivida (R\$14,9 mi). Pato Branco, com R\$9,4 mi, posiciona-se na terceira classe de rendimento.

Na representação das taxas de rendimento (VBP por área municipal) – que atesta a capacidade de uso das terras de cada município –, e considerando o contingente faturado com as três commodities, Pato Branco está em 9ª posição, com coeficiente 0,29. Cabe aqui evidenciar que entre os municípios que

apresentaram maiores coeficientes de rendimento, Pato Branco corresponde à maior contribuição faturada, com R\$156,03 bi. Observa-se, ainda, que os maiores coeficientes são elevados em razão das menores extensões territoriais destes municípios.

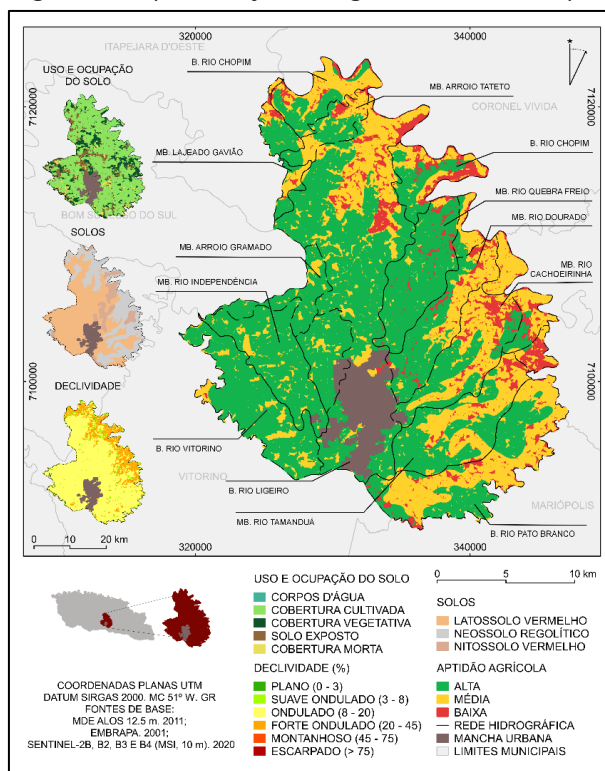
- b) Aptidão agrícola: a rede hidrográfica do município é composta por quatro bacias hidrográficas – Rio Chopim, Rio Ligeiro, Rio Pato Branco e Rio Vitorino – e nove microbacias – Arroio Gramado, Arroio Tateto, Lajeado Gavião, Lajeado Passo das Pedras, Rio Cachoeirinha, Rio Dourado, Rio Independência, Rio Quebra Freio e Rio Tamanduá.

Através da delimitação da rede de drenagem, identifica-se que os maiores percentuais de máxima aptidão agrícola se concentram na porção Centro-Oeste do município, principalmente nas extensões das microbacias do Rio Quebra Freio (77,8% de alta aptidão; 12,7% de média aptidão; 8,5% de baixa aptidão), Arroio Gramado (79,6%; 20,4%; 0%), Rio Independência (77,10%; 21,2%; 0%), Lajeado Passo das Pedras (73,1%; 16,9%; 0%), e da bacia do Rio Vitorino (76,6%; 21,7%; 1,3%).

O município de Pato Branco apresenta 29.402,74 Ha de áreas de alta aptidão agrícola (55%); 15.268,39 Ha de média aptidão (28%) e 6.349,36 Ha de baixa aptidão (12%), excetuando-se a extensão da mancha urbana (2.882,42 Ha) (5%).

O mapa de aptidão agrícola obtido da Análise Hierárquica Multicritério e álgebra espacial é apresentado a seguir (Figura 4).

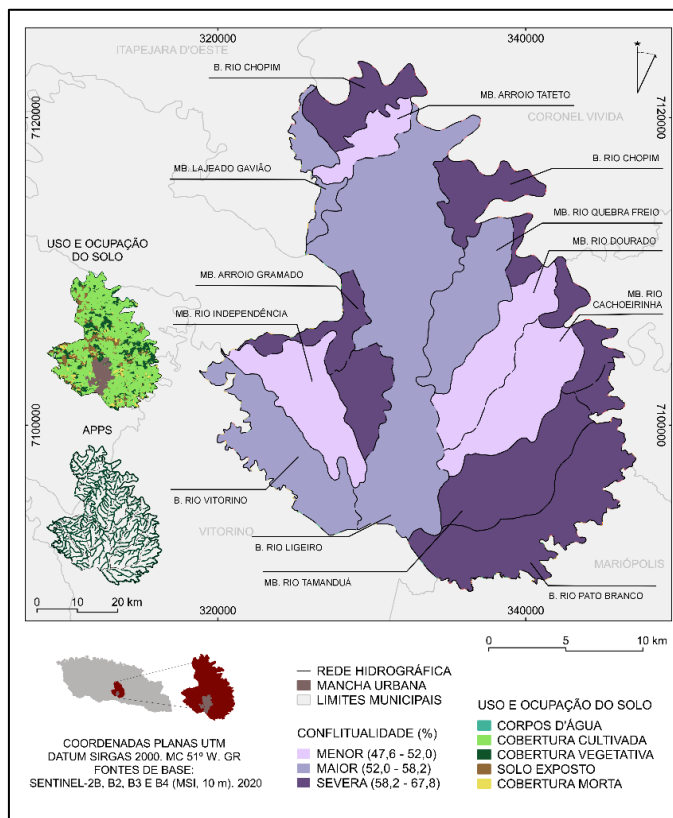
Figura 4 – Representação cartográfica da variável Ap.



- c) Conflitualidade de uso e ocupação do solo: o mapa básico da variável Co também foi elaborado seguindo a metodologia de classificação por atributo (porcentagem de inadequabilidade de uso de APPs).

Na extensão territorial do município, 55,85% das faixas da rede hidrográfica destinadas à Áreas de Preservação Permanente encontram-se em conflito de uso. A Figura 5 apresenta a classificação das (micro)basias hidrográficas, em equilíbrio dinâmico, segundo o grau de conflitualidade, que considera as faixas de APP existentes e as que deveriam existir de acordo com o Código Florestal.

Figura 5 – Representação cartográfica da variável Co.



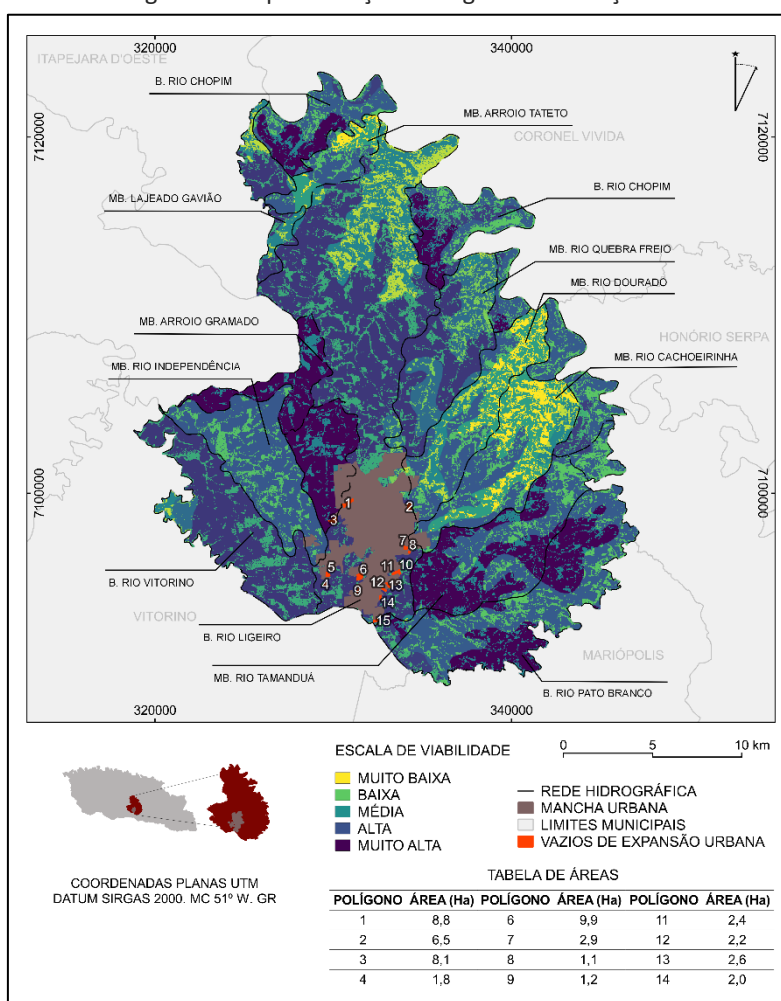
A microbacia hidrográfica do Lajeado Passo das Pedras é a que apresenta maior grau de conflitualidade nos cursos de sua rede de drenagem (classe “Severa”), com 67,8% conflitantes e apenas 32,2% das faixas em adequabilidade. Na mesma classe de conflitualidade estão as Bacias do Rio Chopim (62,1% de faixas em conflito; 37,9% de faixas adequadas) e do Rio Pato Branco (61,0%; 39,0%), além das Microbacias do Arroio Gramado (62,8%; 37,2%) e Rio Tamanduá (62,7%; 37,3%). Na segunda classe (“Maior”) estão a Bacia do Rio Vitorino (58,2%; 41,8%) e Ligeiro (52,3%; 47,7%) e Microbacias do Lajeado Gavião (52,4%; 47,6%) e Rio Quebra Freio (52,2%; 47,8%). As redes de drenagem que apresentam menores graus de conflitualidade, dispostos na terceira classe (“Menor”), são as Microbacias do Rio Cachoeirinha (52,0%; 48,0%), Rio Independência (51,7%; 48,3%), Rio Dourado (49,0%; 51,0%) e Arroio Tateto (47,6%, 52,4%).

Mapa final de viabilidade: para definição dos intervalos de cada classe do mapa temático de níveis de viabilidade, foram consideradas as próprias faixas de valores contínuos do mapa. A leitura dos valores de pixel foi realizada de modo a analisar e compreender criteriosamente os resultados gerados pela combinação linear.

Deste modo, o mapa da função V é o resultado da classificação do território em zonas suscetíveis à concepção de um parque agrário de acordo com o seu grau de viabilidade: muito alta (ma); alta (a); média (m); baixa (b); muito baixa (mb).

Para fins de refinar a identificação das áreas de viabilidade, o mapa temático final é apresentado com a sobreposição do PI Vazios de Expansão Urbana, a fim de observar as áreas na confluência urbano-rural do município que apresentam altos níveis de viabilidade e estão em situação ociosa de ocupação. O mapa temático final gerado (Figura 6) indica, na extensão territorial do município de Pato Branco, os níveis de viabilidade para a concepção de um parque agrário, cujas áreas correspondentes aos respectivos indicadores únicos dos vazios de expansão urbana são apresentadas em hectares.

Figura 6 – Representação cartográfica da função V.



## 11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os objetivos norteadores desta pesquisa e os resultados obtidos e aqui apresentados, pôde-se depreender os conceitos propostos pela Arquitetura Rural em nível regional acerca dos aspectos ecológico, econômico e cultural contextualizados ao município de Pato Branco, ao integrar metodologias de geoprocessamento e representação cartográfica temática, constatando que o território apresenta as capacidades necessárias para abrigar um parque agrário.

Acerca dos critérios da relação urbano-rural, isto é, a propensão de áreas agrícolas a serem consumadas por atividades exclusivamente urbanas e a consequente identificação de vazios de expansão urbana, alega-se que a revisão de conceitos demanda a introdução de dados estatísticos, que se justificam através da fundamentação teórica. Deste modo, demonstra-se que o município de Pato Branco tende a perpetuar a evolução de sua mancha urbana, ao observar-se o comportamento linear do crescimento da população residente em domicílio urbano ao longo dos anos. Este cenário evidencia a demanda por um projeto de ordenação e valorização territorial que caminhe em direção à solução de espaços localizados em áreas periurbanas, pressupondo, conforme exposto, a harmonia com o meio rural e o caráter de sustentabilidade e valorização do patrimônio constituído pela paisagem espacial.

É necessário entender que, ainda que Pato Branco não seja considerado um grande centro urbano – tendo em vista proporções metropolitanas – e, mesmo sendo considerado por muitos como a capital do Sudoeste paranaense; o que aqui se defende é o prognóstico de eventuais futuros impasses no ordenamento territorial do município, a fim de evita-los – uma vez que foi comprovada a tendência de crescimento urbano – e de projetar este território para a concepção de uma cidade-inteligente ao tratar-se de planejamento espacial.

Ademais, julgando o território sob o espectro econômico enquanto um espaço dedicado à produção de commodities agroindustriais, critério básico para o projeto de parque agrário, o município de Pato Branco apresenta representativo potencial contribuinte à mesorregião, cuja participação no desenvolvimento regional é observada nos mapas da variável Pam. O município supera os faturamentos brutos da produção da grande maioria dos municípios circundantes para as principais commodities produzidas, sendo o principal contribuinte para o VBP da commodity milho na última safra e apresentando, ainda, faturamentos expressivos para soja e trigo, mesmo que, para a última citada, esteja posicionado na terceira classe de rendimento.

O VBP do município que compreende o montante das três cultivares na safra de 2018 (R\$156,03 bilhões) representa o potencial deste território no desenvolvimento da indústria, comércio e economia. O coeficiente de faturamento do município (0,29), quando comparado ao de municípios de menor extensão territorial, indica, através do VBP apurado, que não há proporção integral entre a quantidade produzida e a área do município de Pato Branco, no que se considera que os menores municípios têm sua economia baseada essencialmente na agricultura, atividade que consome maior parte de seus territórios, ao passo que Pato Branco apresenta maior diversidade de atividades nos setores tecnológico, imobiliário e de serviços, que estão associados ao desenvolvimento urbano.



Tal análise sustenta relevância a saber que os interesses da produção agrícola estão voltados, cada vez mais, a atingir maiores rendimentos em menores espaços. O projeto de parque agrário deve contribuir, portanto, para que nos próximos anos o município continue logrando posição de destaque no faturamento de atividades agrícolas, sem negligência para qualquer um dos setores supracitados, mas, ao contrário, constituindo relações eficientes entre os meios, propondo-se a fomentar a economia de Pato Branco.

A respeito do aspecto ecológico, constituído pelos PI Aptidão Agrícola e Conflitualidade de Uso e Ocupação do Solo, constata-se que a técnica de classificação semiautomática de imagem concedeu importantes informações visuais a respeito da dinâmica ambiental relativa à rede hidrográfica do município, uma vez que foram identificados conflitos de uso do solo em todas as delimitações das bacias e microbacias hidrográficas, em sua maioria, superiores a 50% das áreas que deveriam ser destinadas à preservação permanente. As atividades desenvolvidas em desconformidade com à adequada ocupação espacial acabam por consumir espaços que agravam a diminuição da vegetação nativa.

A metodologia de análise multicritério espacial para apoio à decisão mostrou-se apropriada na hierarquização de variáveis intervenientes na dinâmica do território analisado, viabilizada efetivamente pela aplicação de álgebra de mapas. Em complementação, a utilização de algoritmos na manipulação dos dados raster demonstrou-se profícua, principalmente na reclassificação dos atributos qualitativos e quantitativos correspondentes às variáveis.

Foi possível identificar, enfim, a área de maior viabilidade para concepção de um parque agrário em Pato Branco, considerando, ainda, os polígonos mapeados como vazios de expansão urbana. A área de confluência entre as classes de viabilidade e estes polígonos está localizada nas imediações da Microbacia do Lajeado Passo das Pedras, em sentido noroeste do perímetro urbano do município, como apresentado no Mapa 4, uma vez que compreende as adjacências de dois vazios de expansão (1 e 3). A segunda área mais propícia à concepção de um parque agrário sita as imediações da Microbacia do Rio Tamanduá, que está próxima, por sua vez, de uma quantidade maior de vazios de expansão (7, 8, 10, 11, 12, 13, 14 e 15), mas não compreende nenhum em intersecção com a área de classe de viabilidade “muito alta”.

É importante observar que o perímetro de ambas as bacias está classificado no primeiro grau de conflitualidade de uso e ocupação do solo, de modo que o projeto para desenvolvimento do parque desponte como um empreendimento adequado às necessidades de intervenção ecológica, que agrega não somente a esfera ambiental, mas a integralidade da qualidade de vida dos cidadãos pertencentes ao território; e motive a tomada de decisões por parte de agricultores, órgãos públicos e instituições privadas.

A unidade de todos estes fatores culmina, em última instância, no aspecto cultural – vinculando-se os recursos do território à história da região –, cuja análise, impedida de ser realizada de maneira concreta através do Geoprocessamento, permite, no entanto, ser descrita como inerente ao espaço pensado através dos demais critérios, pois é certo que, em um município legado por gerações de agricultores e caracterizado pela história construída e mantida por estes produtores da terra e da paisagem, a existência de um projeto que se propõe à valorização do patrimônio regional não pode negar sua participação, de modo que



não estejam alheios ao futuro do território onde vivem e desenvolvem seu trabalho.

O uso de geotecnologias mostrou-se substancial no estudo do espaço geográfico, em razão da agilidade de coleta, processamento e análise de dados seguros, além da possibilidade de investigação espacial em grandes extensões territoriais e de permitir a elaboração de mapas básicos e do mapa final de viabilidade para concepção de um parque agrário no município de Pato Branco.

Uma vez da presente possibilidade de análise do nível regional e somente deste, sugere-se a realização do estudo dos demais níveis – nível da unidade produtiva, nível da edificação e do maquinário, e nível agro-ecológico – concernentes à Arquitetura Rural, contextualizados ao município de Pato Branco.

Visando contribuir para o planejamento do município de Pato Branco e para o desenvolvimento regional, propondo eventual melhoria de qualidade de vida aos seus habitantes, sugere-se que o exposto nesta pesquisa seja considerado pelos órgãos públicos na sistematização de políticas que se adequem ao desenvolvimento cronológico e expansão do município, valendo-se, ocasionalmente, de embasamento para próximas revisões do Plano Diretor.

---

# Geoprocessing applied to the feasibility analysis aiming at an agrarian park conceiving in the municipality of Pato Branco – PR

## ABSTRACT

Over time, the territories development has been defined by exclusively urban occupations which not rarely end up to identifying elements originated by programming carelessness face to the territorial planning, as well as mischaracterizing the spaces and respective landscapes, mainly concerning to the confluent areas between rural and urban sites. In order to achieve solutions, territorial settlements patterns are required. Such models are supposed to consider all aspects involved in a sustainability perspective view, able to promote quality of living for those inserted in the whereabouts, for instance, the agrarian park model. Following the Rural Architecture criteria at the regional level, through Geoprocessing techniques such as vector data manipulation, matrix algorithms use and map algebra, supported by Analytic Hierarchy Process, this research presents a feasibility analysis aiming at an agrarian park conceiving, located in the municipality of Pato Branco, which is inserted in the Southwest mesoregion of the state of Parana, Brazil.

**KEYWORDS:** Rural Architecture. Agrarian Park. Geoprocessing. Analytic Hierarchy Process.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Mônica Pacheco de. Classificação supervisionada de imagens orbitais com o semi-automatic classification plugin. 2015. Disponível em: [http://qgisbrasil.org/blog/wp-content/uploads/2015/08/tutorial\\_scp\\_01.pdf](http://qgisbrasil.org/blog/wp-content/uploads/2015/08/tutorial_scp_01.pdf). Acesso em: 01 out. 2020.

ARGOLLO FERRÃO, André Munhoz de. Arquitetura do café. São Paulo: IMESP; Campinas: Editora da Unicamp, 2004. 336 p.

\_\_\_\_\_. Arquitetura rural e o espaço não-urbano. Labor & Engenho, Campinas, v.1, n.1, p. 89-112, 2007. Disponível em: [https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/233/pdf\\_2](https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/233/pdf_2). Acesso em: 06 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. Sistemas Territoriais Integrados e a Paisagem do Café. Prefácio à 2ª. ed. Arquitetura do café. Campinas: Editora da Unicamp, 2015.

ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji. Sistemas de informações geográficas - aplicações na agricultura. Brasília, Embrapa, 1993. Disponível em: [mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.20.56/doc/INPE%207106.pdf](http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.20.56/doc/INPE%207106.pdf). Acesso em: 01 ago. 2020.

BERTOL, Rodrigo. A configuração histórico-atual das agroindústrias familiares e sua contribuição no desenvolvimento rural de Pato Branco, Paraná. 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4573/1/agroindustriasmfamiliaresdesenvolvimentorural.pdf>. Acesso em: 01 out. 2020.

BRAGA, Luci Merhy Martins. Parques agrários no baixo Jaguaribe: arquitetura rural da região dos perímetros irrigados resultante do planejamento de bacias hidrográficas. 2011. 113 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil na área de Concentração de Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

BRASIL. Decreto-lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. DOU de 28 de maio de 2012. Brasília/DF. 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 29 ago. 2020.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu. Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em:  
<<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>> Acesso em: 01 out. 2020.

COELHO, Victor H. R. et al. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 64-72, jan. 2014. Disponível em:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662014000100009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662014000100009&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 06 jun. 2020.

COSTA SILVA, Ricardo Gilson da. A regionalização do agronegócio da soja em Rondônia. XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária: territórios em disputa: Os desafios da Geografia Agrária nas contradições do desenvolvimento brasileiro, Uberlândia, p. 1-14, out. 2012. Disponível em:  
[http://www.lagea.ig.ufu.br/xx1enga/anais\\_enga\\_2012/eixos/1322\\_1.pdf](http://www.lagea.ig.ufu.br/xx1enga/anais_enga_2012/eixos/1322_1.pdf). Acesso em: 06 jun. 2020.

DELAFIORI, Andressa et. al. Análise do crescimento da área urbana de Pato Branco/PR. IV Simpósio Brasileiro de Geomática - SBG2017: II Jornadas Lusófonas - Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica - CTIG2017, Presidente Prudente - SP, p. 26-31, jul. 2017. Disponível em:  
[http://docs.fct.unesp.br/departamentos/cartografia/eventos/2017\\_IV\\_SBG/\\_artigos/2017\\_SBG\\_CTIG\\_paper\\_12.pdf](http://docs.fct.unesp.br/departamentos/cartografia/eventos/2017_IV_SBG/_artigos/2017_SBG_CTIG_paper_12.pdf). Acesso em: 27 jul. 2020.

ELIAS, Denise. Relações campo-cidade, reestruturação urbana e regional no Brasil. XII Colóquio Internacional de Geocrítica, Bogotá, mai. 2012. Programa de Pós-Graduação em Geografia Universidade Estadual do Ceará (UECE). Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/coloquio2012/actas/07-D-Elias.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2020.

EMPRESA Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos do Nordeste. Embrapa Solos, Recife: Embrapa Solos. 8 p. Disponível em:  
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114582/1/FOLDER-SOLOS-DO-NE-versao-final.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2020.

FALCÃO, Ermano Cavalcante. Análise de riscos à degradação ambiental utilizando avaliação multicritério espacial, no município de Boa Vista-PB. 2013. Disponível em: [https://1drv.ms/b/s!Ai\\_TsH7rLzo9hp1FEEd\\_1wCuyUa4ExA?e=fjPaZ3](https://1drv.ms/b/s!Ai_TsH7rLzo9hp1FEEd_1wCuyUa4ExA?e=fjPaZ3). Acesso em: 01 out. 2020.

FREITAS, Marina Roberta P.; NEGRÃO, Glauco Nonose. Vazios urbanos: estudo de caso no município de Guarapuava-PR. Geographia Opportuno Tempore, Guarapuava, v. 1, n. 2, p. 480-493, dez. 2014. Disponível em:

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/Geographia/article/view/20309/15356>. Acesso em: 06 jun. 2020.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 84 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100643.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. Sidra: Sistema IBGE de Recuperação Automática. Censo demográfico. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/202>. Acesso em: 01 out. 2020.

\_\_\_\_\_. Sidra: Sistema IBGE de Recuperação Automática. Estimativas de população. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6579>. Acesso em: 01 out. 2020.

INSTITUTO Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES. Os vários Paranás: Sudoeste paranaense: especificidades e diversidades. 2009. Disponível em: [http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/Sudoeste%20Paranaense\\_especificidades%20e%20diversidades.pdf](http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/Sudoeste%20Paranaense_especificidades%20e%20diversidades.pdf). Acesso em: 06 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. Leituras Regionais: Mesorregião geográfica Sudoeste paranaense. Curitiba: BRDE, 2004. 139 p. Disponível em: [http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras\\_reg\\_meso\\_sudoeste.pdf](http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras_reg_meso_sudoeste.pdf). Acesso em: 06 jun. 2020.

LEPSCH, Igo Fernando et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1991. 175p.

MENDES, Carlos André; TUCCI, Carlos E. M. Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 302 p. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_pnla/\\_arquivos/sqa\\_3.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/sqa_3.pdf). Acesso em: 06 jun. 2020.

MUÑOZ, Viviana Aguilar et al. Análise comparativa de técnicas de inferência espacial para identificação de unidades de susceptibilidade aos movimentos de massa na região de São Sebastião, São Paulo, Brasil. 2005. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/329365773\\_TECNICAS\\_DE\\_INFERENCIA\\_ESPACIAL\\_NA\\_IDENTIFICACAO\\_DE\\_UNIDADES\\_DE\\_SUSCEPTIBILIDADE\\_AOS\\_M](https://www.researchgate.net/publication/329365773_TECNICAS_DE_INFERENCIA_ESPACIAL_NA_IDENTIFICACAO_DE_UNIDADES_DE_SUSCEPTIBILIDADE_AOS_M)

OVIMENTOS\_DE\_MASSA\_NA\_REGIAO\_DE\_SAO\_SEBASTIAO\_SAO\_PAULO\_BRASIL  
.Acesso em: 01 out. 2020.

SAATY, Thomas Lorie. The analytic hierarchy process. Nova York: McGraw-Hill, 1980. 287 p.

SANTOS, Vanessa Cardoso dos. Classificação de vazios urbanos utilizando S.I.G. como apoio ao planejamento e gestão urbanos e à implementação do Estatuto da Cidade: estudo de caso município de São José - SC. 2004. 188 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86954>. Acesso em: 06 jun. 2020.

TABALIPA, Ney Lizandro. Proposta para o desenvolvimento urbano do município de Pato Branco, Paraná, baseada em critérios geológicos e geomorfológicos. 2002. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Geologia, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002. Disponível em: [https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/21254/DISSERTACAO\\_NEY\\_TABALIP\\_A\\_tif.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/21254/DISSERTACAO_NEY_TABALIP_A_tif.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 06 jun. 2020.

**Recebido:** 14 mar. 2023.

**Aprovado:** 06 abr. 2023.

**DOI:** 10.3895/rbpd.v12n2.13896

**Como citar:** MARQUESINE, M. F. F.; FELIPETTO, H. S.; BRAGA, L. M. M. Geoprocessamento aplicado à análise de viabilidade para a concepção de um parque agrário no município de Pato Branco – PR. **R. Bras. Planej. Desenv.** Curitiba, v. 12, n. 02, p. 324-351, mai./ago. 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Maria Fernanda de Faveri Marquesine  
Rua XV de Novembro, 1299 – Centro Curitiba – PR

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

