

## Gestão Ambiental Municipal como Ferramenta de Redução da Degradação Ambiental Rural nos Municípios Verdes Paraenses

Nathália Melo Giuliatti<sup>1</sup>  
Jucimar Casimiro de Andrade<sup>2</sup>

### Resumo

A degradação ambiental refere-se a modificações ambientais provocadas pelo homem, que levam à perda ou deterioração da qualidade ambiental. No Brasil, uma das principais atividades econômicas relacionadas à degradação ambiental é a atividade agropecuária, a qual representa uma das maiores contribuições para o Produto Interno Bruto (PIB). Por isso, a busca constante pela redução máxima dos impactos ambientais decorrentes das atividades do setor agropecuário é um importante fator para conduzir o país ao desenvolvimento sustentável. Para tanto, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar a contribuição da Gestão Ambiental Municipal para a provável redução da degradação ambiental decorrente de atividades rurais nos 20 Municípios Verdes paraenses. No que se refere aos Procedimentos Metodológicos, a pesquisa é de natureza aplicada e baseada em conhecimentos científicos e empíricos. A pesquisa tem abordagem quantitativa e qualitativa, além de objetivos explicativos. A coleta de dados foi bibliográfica e documental, incluindo dados arquivados online, como os dados estatísticos de censos agropecuários. O grau de degradação foi calculado por meio de índice, fazendo uso de Análise Fatorial, com extração de fatores pelo método de Componentes Principais, e aplicando a equação do índice de degradação (ID). Foi observada a redução do ID em 12 municípios (60%) e o aumento em 8 (40%). Por fim, verificou-se a contribuição positiva do Programa Municípios Verdes para a redução da degradação ambiental, mas entende-se que somente as ações do programa não são suficientes, devendo ser complementadas por outras formas de gestão ambiental municipal.

**Palavras-chave:** Gestão Ambiental; Degradação; Municípios Paraenses.

### Abstract

*Environmental degradation refers to man-made environmental changes that lead to the loss or deterioration of environmental quality. In Brazil, one of the main economic activities related to environmental degradation is agricultural activity, which represents one of the largest contributions to the Gross Domestic Product (GDP). Therefore, the constant search for the maximum reduction of the environmental impacts resulting from the activities of the agricultural sector is an important factor to lead the country to sustainable development. Therefore, this research had as general objective to analyze the contribution of Municipal Environmental Management to the probable reduction of environmental degradation resulting from rural activities in the 20 Green Municipalities of Pará. With regard to Methodological Procedures, the research is applied in nature and based on scientific and empirical knowledge. The research has a quantitative and qualitative approach, in addition to explanatory objectives. Data collection was bibliographic and documentary, including data archived online, such as statistical data from agricultural censuses. The degree of degradation was calculated by means of an index, using Factor Analysis, with extraction of factors by the Principal Components method, and applying the equation of the degradation index (ID). A reduction in ID was observed in 12 municipalities (60%) and an increase in 8 (40%). Finally, the positive contribution of the Green Municipalities Program to the reduction of environmental degradation was verified, but it is understood that the actions of the program alone are not enough, and must be complemented by other forms of municipal environmental management.*

**Keywords:** Environmental Management; Degradation; Municipalities of Pará.

Recebido em (*manuscript first received*): 28/02/2023

Aprovado em (*manuscript accepted*): 24/06/2024



<sup>1</sup> Doutora em Administração, Universidade Positivo, Professora do Magistério Superior, UTFPR.

<sup>2</sup> Administradora. Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento (UFSC), Professora UTFPR.

## 1 Introdução

A degradação ambiental refere-se a modificações ambientais, provocadas pelo homem, que levam à perda ou deterioração da qualidade ambiental. Essa deterioração pode estar relacionada a processos, funções ou componentes ambientais, como solo, vegetação e água (Meneguzzo & Chaicouski, 2010).

Ela gera problemas não só para o meio ambiente, como também para a população. Dentre eles, os impactos negativos sobre a saúde, a segurança e o bem-estar da população; o desequilíbrio ambiental; a destruição de habitats; a degradação do solo, da vegetação e da água. Quando atinge determinado grau, pode inviabilizar a recuperação espontânea das áreas, exigindo ações corretivas (Sanchez, 2013).

No Brasil, uma das principais atividades econômicas relacionadas à degradação ambiental é a atividade agropecuária, a qual representa uma das maiores contribuições para o Produto Interno Bruto (PIB). Essa atividade requer áreas extensas, levando muitas vezes ao desmatamento para abertura de novas áreas. Além disso, usa agrotóxicos e pode levar à compactação do solo, à contaminação de recursos hídricos, dentre outros impactos negativos (Souza junior et al., 2020; Araújo et al., 2010).

Contudo, é possível que a agropecuária não seja fonte de tais efeitos adversos quando exercida de forma sustentável. Para tanto, é necessária a contribuição dos setores público e privado, de modo que em conjunto possam modificar esse cenário. No que se refere ao setor público, pode contribuir sancionando leis, realizando fiscalizações e fazendo investimentos que unam o desenvolvimento a práticas sustentáveis (Melo & Souza, 2014).

Já ao setor privado, cabe principalmente o cumprimento dessas normas elaboradas pelas instituições públicas, sejam elas em esfera municipal, estadual ou federal. A relação entre os referidos setores integra a gestão ambiental. Com ela, visa-se não exceder a capacidade do meio ambiente de absorver possíveis impactos decorrentes das atividades antrópicas. Assim, pode-se minimizar a degradação ambiental (Dias, 2011).

Nesse sentido, uma das formas de reduzir os impactos negativos provocados pela degradação sobre o meio ambiente e a população é a elaboração de políticas públicas. Considerando isso, esta pesquisa centra-se na relação entre Gestão Ambiental Municipal e a degradação do ambiente rural. Tem como tema a contribuição da Gestão Ambiental Municipal para a redução da degradação ambiental rural nos Municípios Verdes paraenses.

Assim, esta pesquisa justifica-se por verificar a existência de ações implementadas pelos municípios para reduzir a degradação ambiental e seus efeitos adversos. A partir dos resultados dessa verificação, outros municípios poderão replicá-las ou adaptá-las às suas realidades.

Com isso, as políticas públicas e o planejamento municipal poderão ser efetuados de forma mais assertiva, a partir da observação e do estudo de casos de sucesso, considerando ações que podem beneficiar o meio ambiente e a população, em busca do desenvolvimento sustentável. Esses benefícios podem englobar, por exemplo, a suavização das mudanças climáticas em função do desflorestamento, o combate à compactação e ao empobrecimento do solo que prejudica a produção agrícola, além da contaminação de corpos hídricos e possivelmente da população devido ao uso de agrotóxicos.

Ademais, outras pesquisas e propostas de melhoria ambiental nos próprios Municípios Verdes poderão tomar como base os resultados obtidos a partir do cálculo do grau de degradação ambiental rural aqui realizado. Isso porque ele será um indicativo da efetividade de possíveis ações executadas pelos municípios, bem como orientará quais as áreas associadas à produção rural que mais precisam de atenção.

Para tanto, esta pesquisa tem como objetivo geral analisar a contribuição da Gestão Ambiental Municipal para a provável redução da degradação ambiental decorrente de atividades rurais nos 20 Municípios Verdes paraenses.

Esse objetivo geral desdobra-se em três objetivos específicos: (1) Verificar se houve degradação ambiental rural nos 20 Municípios Verdes paraenses e qual seu grau, a partir do cálculo de Índice de Degradação (ID); (2) Verificar se houve alteração do grau de degradação ambiental rural nos Municípios Verdes entre 2006 e 2017 e (3) Analisar se houve ações de Gestão Ambiental Municipal nos 20 municípios e quais as possíveis contribuições dessas ações para a provável alteração do grau de degradação ambiental rural nos mesmos.

O presente artigo é composto por esta Introdução e outras quatro seções: Revisão de Literatura, Procedimentos Metodológicos, Resultados e Discussão e Conclusão. Na próxima, será abordado o que já se sabe sobre o tema, quais são as tendências e qual a abrangência de discussão; em seguida, na terceira seção, será apresentada a metodologia utilizada para seleção das variáveis e da abrangência desta pesquisa, bem como para cálculo do índice de degradação; na quarta, serão apresentados os resultados; e na última, as conclusões.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. A degradação ambiental dos municípios

O desenvolvimento econômico em alguns municípios tem levado à degradação de diversas áreas, urbanas ou rurais. Ela decorre de diversos fatores, mas os principais estão relacionados à falta de planejamento e de acompanhamento das atividades antrópicas. Isso pode afetar a saúde da população, as próprias atividades socioeconômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (Araújo et al., 2010).

No que se refere à atividade agropecuária, pode ser fonte de variados impactos negativos. A produção animal, por exemplo, tende a levar ao desmatamento para a formação de pastagens e à compactação e empobrecimento do solo (Neves et al., 2014). Essa é uma atividade em constante crescimento, pois busca satisfazer a demanda crescente de proteína animal, sendo o Brasil um importante exportador desse produto (Bellaver, 2000).

Quanto à produção vegetal (agricultura), além desses impactos, pode ocasionar queimadas descontroladas e a perda da qualidade dos recursos hídricos (Rebello; Santos & Homma, 2011). Outro fator relacionado à agricultura é o uso de adubação, correção do solo e agrotóxicos, o que pode levar à contaminação dos recursos hídricos e até mesmo ocasionar problemas de saúde à população (Aguilar; Peleja & Sousa, 2014).

Além disso, o crescimento da agricultura mecanizada tem acarretado maior consumo energético, principalmente de combustíveis fósseis. O consumo desse tipo de recurso resulta em impactos ambientais, como a redução da camada de ozônio em função da emissão de gases de efeito estufa (GEE's) durante a combustão, e em custos mais elevados para o produtor, que acaba repassando esse aumento para o custo do seu produto (Montanha et al., 2011 & Lanna, 2002).

Contudo, os impactos citados podem ser minimizados por meio da implementação de Sistemas Agroflorestais (SAF's), da agricultura orgânica e do preparo do solo por plantio direto na palha, tecnologias já em uso no Brasil e que têm apresentado crescimento no meio agrícola (Oliveira et al., 2018; Rodrigues et al., 2013 & Santos et al., 2012).

Outra alternativa é o investimento em energia solar fotovoltaica, que pode ser empregada, por exemplo, para irrigação na agricultura. Ela pode ser aproveitada em sistemas mais simples para acionamento do bombeamento de água ou até mesmo no uso

de pivôs de irrigação movidos a energia solar, reduzindo os impactos decorrentes do uso de combustíveis fósseis (Alvarenga; Ferreira & Fortes, 2014).

No país, a agropecuária é um dos principais setores contribuintes do PIB nacional. Por isso, deve-se direcionar maior atenção ao mesmo. A busca constante pela redução máxima dos impactos ambientais decorrentes das atividades desse setor é de grande importância para conduzir o país ao desenvolvimento sustentável, unindo as vertentes econômica, social e ambiental, e garantindo a disponibilidade de recursos para gerações futuras.

## 2.2. A gestão ambiental municipal e o programa municípios verdes

A Gestão Ambiental refere-se à administração e ao uso de recursos para obtenção do máximo de benefício social, ambiental e econômico. Assim, está entre as principais ferramentas para garantir a qualidade de vida da população. Para isso, pode-se contar com diversos instrumentos, como o estabelecimento de normas e padrões de qualidade, o licenciamento ambiental, a criação de áreas protegidas e a aplicação de sanções, incluindo a reparação de danos. Essas e outras estratégias sustentáveis são necessárias para estabelecer políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento sustentável, devendo-se pensar globalmente e agir localmente (Fundação Prefeito Faria Lima, 2007).

Uma das políticas públicas desenvolvidas no estado do Pará com esse intuito é o Programa Municípios Verdes (PMV). Ele tem como objetivo “apoiar a redução do desmatamento e da degradação florestal, promover uma nova economia rural com base na floresta e no uso intensivo da agropecuária nas áreas abertas e melhorar a governança local” (Guimarães et al., 2013, p.13).

Nesse sentido, tem como metas gerais reduzir o desmatamento, retirar municípios da lista crítica de desmatamento do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e aumentar a adesão de imóveis rurais ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) (Guimarães et al., 2013).

A classificação dos municípios como “Município Verde” é feita a partir de categorias estabelecidas quanto ao grau de pressão por desmatamento e à degradação florestal. As cinco categorias básicas são de municípios: (1) embargados, (2) sob pressão, (3) consolidados, (4) de base florestal e (5) monitorados e sob controle. Para serem elevados à categoria de Município Verde, devem estar há no mínimo dois anos na categoria 5 (já citada), serem habilitados para gestão ambiental e não terem registrado nenhuma ocorrência de trabalho análogo ao escravo. O primeiro município a consegui-lo, dentre os participantes do programa, foi Paragominas, em 2013 (Whately & Campanili, 2013).

Atingir as metas do programa pode ser indicativo da redução da degradação ambiental, ao passo que significa reduzir o índice desmatamento, por exemplo. Contudo, por si só alcançar essas metas não é garantia de baixa degradação ambiental rural no município, pois fatores como consumo de combustíveis fósseis, aplicação de tecnologias sustentáveis de plantio e uso de agrotóxicos não são considerados dentre as metas.

Tendo isso em vista, a quantificação da degradação ambiental de uma localidade (região, estado, município, distrito, etc.) pode ser uma importante aliada para orientação da elaboração de políticas públicas, que visem a minimização dos impactos decorrentes do setor agropecuário. Isso porque na quantificação são consideradas diversas variáveis que podem servir de base para a condução de diversas frentes de trabalho para combate à degradação ambiental, como troca da matriz energética, mudança no modo de plantio, investimento em novos arranjos de cultivo com integração de diferentes culturas, dentre outros.

Atualmente, essa quantificação não é comum, havendo apenas algumas pesquisas sobre o tema, como as de Lemos (2001), Silva e Ribeiro (2004), Cunha et al. (2008), Campos et al. (2010), Campos, Gomes e Coelho (2017), Pinto e Coronel (2014) e Pinto,

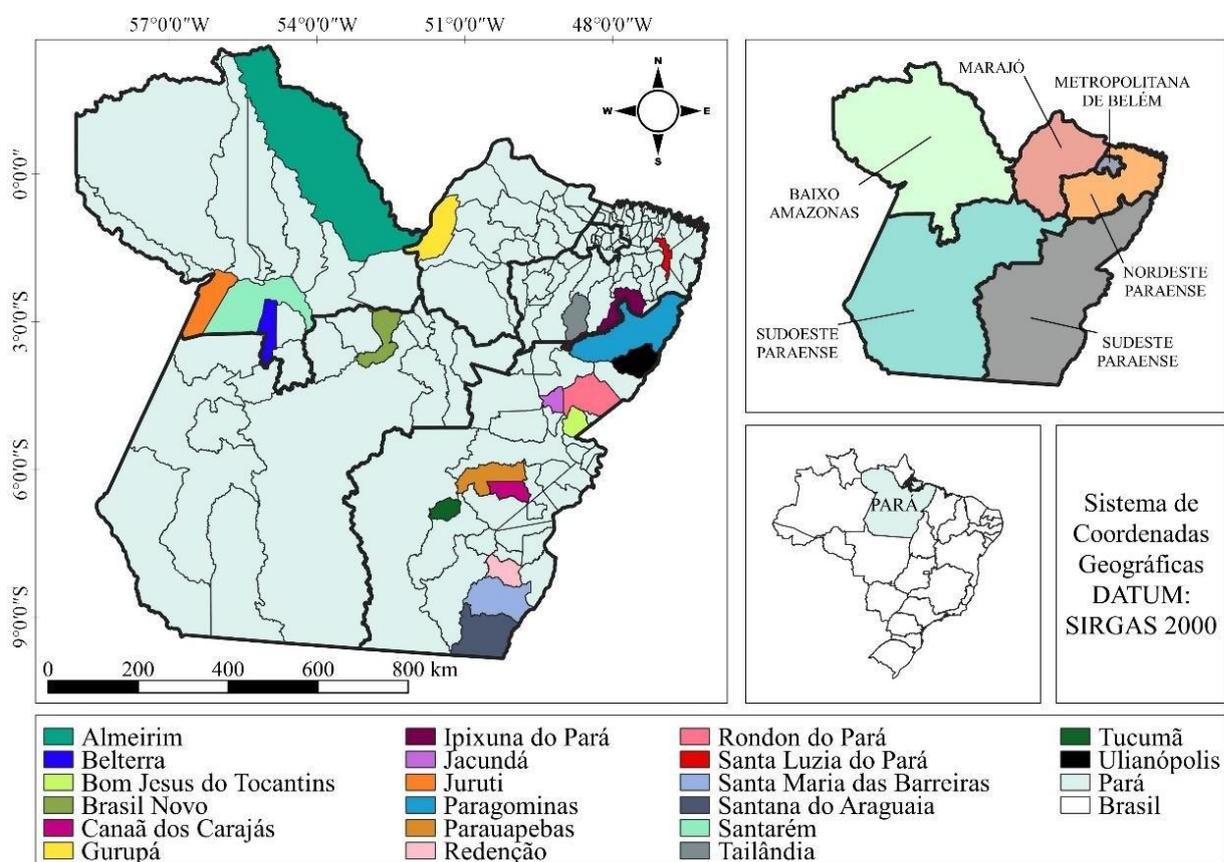
Lopes e Coronel (2014). Essas pesquisas consideraram grandes áreas (estados e regiões), localizadas nas regiões nordeste, sudeste, sul e centro-oeste. Na região norte, esse tipo de quantificação ainda não é comum, havendo apenas a pesquisa de Silva e Ribeiro (2004), no estado do Acre.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1. Objeto de Estudo

O estudo foi desenvolvido em 20 municípios paraenses (Figura 1) que possuem o título de Município Verde (PMV, 2021). Eles foram selecionados dentre o total de 132 municípios que fazem parte do Programa Municípios Verdes, pois são os únicos que atualmente possuem o referido título; ou seja, que há no mínimo dois anos: estão na categoria “monitorados e sob controle”; são habilitados para gestão ambiental; não registraram nenhuma ocorrência de trabalho análogo ao escravo.

**Figura 1** – Mapa de localização dos Municípios Verdes do estado do Pará.



Fonte: autores (2021).

Esses municípios integram as mais diversas mesorregiões do estado e possuem diferentes dados populacionais e de urbanização, o que gera diversidade de análise para a pesquisa, possibilitando verificar as formas de combate à degradação ambiental rural sob diferentes perspectivas (Quadro 1)

**Quadro 1** – Dados populacionais, de urbanização e ano de adesão ao PMV.

NOME MUNICÍPIO	DO% POP. URBANA	% POP. RURAL	GRAU DE URBANIZAÇÃO	DE TIPOLOGIA URBANO-RURAL <sup>3</sup>	ADESÃO AO PMV
Almeirim	59.39%	40.60%	Moderado	Intermediário remoto	2010
Belterra	41.99%	58.01%	Baixo	Rural adjacente	2011
Bom Jesus do Tocantins	53.33%	46.67%	Moderado	Rural adjacente	2011
Brasil Novo	43.97%	56.03%	Baixo	Rural adjacente	2010
Canaã dos Carajás	77.58%	22.42%	Moderado	Intermediário remoto	2010
Gurupá	43.77%	56.23%	Baixo	Rural remoto	2010
Ipixuna do Pará	23.83%	76.17%	Baixo	Rural adjacente	2011
Jacundá	88.95%	11.05%	Alto	Urbano	2011
Juruti	33.67%	66.33%	Moderado	Intermediário remoto	2011
Paragominas	78.22%	21.78%	Alto	Urbano	2010
Parauapebas	90.11%	9.89%	Alto	Urbano	2011
Redenção	92.73%	7.27%	Alto	Urbano	2010
Rondon do Pará	73.88%	26.12%	Moderado	Urbano	2011
Santa Luzia do Pará	44.75%	55.25%	Moderado	Rural adjacente	2011
Santa Maria das Barreiras	36.95%	63.05%	Baixo	Rural remoto	2010
Santana do Araguaia	52.83%	47.17%	Moderado	Urbano	2010
Santarém	73.25%	26.75%	Moderado	Urbano	2011
Tailândia	74.04%	25.96%	Alto	Urbano	2011
Tucumã	79.87%	20.13%	Alto	Urbano	2010
Ulianópolis	65.82%	34.18%	Moderado	Urbano	2010

**Fonte:** elaborado a partir de dados do IBGE (2010) e do PMV (2021).

Todos os municípios listados estão inseridos no bioma Amazônia, no clima equatorial e possuem altas taxas pluviométricas, aproximadamente 2.000 milímetros anuais. A maioria apresenta incidência de chuvas mais concentrada nos meses de novembro a maio. Além disso, todos contam com recursos hídricos dentro e/ou no limite territorial do município<sup>4</sup>.

Com relação à atividade agropecuária, em 16 municípios ela contribui em até 30% para o Produto Interno Bruto (PIB) municipal a preços correntes, enquanto nos 4 municípios restantes (Bom Jesus do Tocantins/PA, Brasil Novo/PA, Santa Maria das Barreiras/PA e Ulianópolis/PA) a contribuição para o PIB municipal está entre 30 e 60% (Ibge, 2017b).

Diversos desses municípios apresentam Floresta Secundária em vários estágios de crescimento, denotando a ocorrência de degradação. Isso porque esse tipo de floresta é caracterizado pela “formação de novas florestas sobre solos previamente cobertos por vegetação rasteira”, muitas vezes pastagens abandonadas (Cordeiro; Rangel-Vasconcelos & Shwartz, 2017, p. 164).

No passado, essa degradação levou sete dos vinte municípios aqui estudados (Brasil Novo, Paragominas, Rondon do Pará, Santa Maria das Barreiras, Santana do Araguaia, Tailândia e Ulianópolis) a integrarem a lista crítica de desmatamento do MMA, evidenciando urgência de ação para controle desse fator (Brasil, 2017).

### 3.2. Caracterização da pesquisa

A pesquisa é de natureza aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática. Ela pode ser utilizada para orientar a solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais de cada município estudado. Nessa perspectiva, também é possível indicar que está baseada tanto em conhecimentos científicos (impactos ambientais comprovadamente decorrentes de atividades agropecuárias e cálculo do índice de degradação) quanto empíricos (conhecimento adquirido a partir das experiências dos municípios no combate à degradação ambiental), considerando as definições apresentadas por Gerhardt e Silveira (2009).

A pesquisa teve abordagem quantitativa e qualitativa, além de objetivos explicativos. A coleta de dados será bibliográfica e documental, a partir de manuais, publicações oficiais, relatórios, artigos científicos e livros, além de dados arquivados online, como os dados estatísticos de censos agropecuários. Tais características da pesquisa foram delimitadas a partir dos conceitos apresentados por Sakamoto e Silveira (2014) e por Cavalcanti e Moreira (2008).

### 3.3. Cálculo do índice

O cálculo da degradação ambiental nos Municípios Verdes paraenses foi efetuado por meio da Análise Fatorial, com extração de fatores pelo método de Componentes Principais. Essa análise pode ser utilizada para analisar interrelações entre diversas variáveis, por ser um tipo de análise multivariada, e poder descrevê-las quanto a um grupo de categorias básicas. Por meio desse tipo de análise, as informações contidas nas variáveis originais são condensadas, com mínima perda de informação, em um menor número de conjuntos de variáveis, denominados fatores ou fatores comuns (Hair Junior et al., 2014).

Nesta pesquisa, a análise fatorial foi utilizada para identificar quais variáveis têm mais influência sobre a degradação ambiental rural em cada município. A partir disso, foi aplicada a equação para cálculo do índice de degradação propriamente dito, considerando pesos adequados para cada fator.

A metodologia de cálculo foi baseada na desenvolvida por Lemos (2001), adaptada e aplicada por outros autores (Silva & Ribeiro, 2004; Cunha et al., 2008; Campos et al., 2010; Campos; Gome & Coelho, 2017; Pinto & Coronel, 2014; Pinto, Lope & Ccoronel, 2014), que alteraram as variáveis consideradas e aumentaram seu número, conforme realidade local, mantendo a metodologia de cálculo e a finalidade do mesmo.

Os autores calcularam o ID utilizando dados de Censos Agropecuários, coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Ibge), assim como foi feito nesta pesquisa. Optou-se também por incluir a variável “incremento do desmatamento” (oriunda do projeto PRODES, responsável pelo monitoramento por satélite do desmatamento na Amazônia

Legal). Isso por que o desmatamento configura um importante fator de degradação nos municípios, além de ser um dos requisitos a serem controlados, segundo o PMV (Quadro 2).

**Quadro 2** - Variáveis utilizados para cálculo do ID.

Nº	Variáveis	Símbolo
1	Efetivo bovino/PNP	BOV
2	Área de culturas permanentes e temporárias/AE	CPT
3	Área de pastagem plantada/AE	APL
4	Número de estabelecimentos agropecuários que fizeram adubação/NE	ADB
5	Número de estabelecimentos agropecuários que fizeram correção do solo/NE	COR
6	Número de estabelecimentos agropecuários que usaram agrotóxicos/NE	AGX
7	Número de tratores/(CPT+APL)	TRA
8	Área de pastagem degradada ou em más condições/AE	APD
9	Número de estabelecimentos agropecuários com rios não protegidos por vegetação/NEARH	RNP
10	Número de estabelecimentos agropecuários com nascentes não protegidas por vegetação/NEARH	NNP
11	Área dos estabelecimentos agropecuários com cobertura vegetal/AE	VEG
12	Incremento de desmatamento em relação ao ano anterior em km <sup>2</sup> /AM	DES
13	Área dos estabelecimentos agropecuários com Sistema Agroflorestal/AE	SAF
14	Número de estabelecimentos agropecuários que fizeram uso de agricultura orgânica/NE	ORG
15	Despesas com energia elétrica nos estabelecimentos agropecuários/NE	DEL
16	Despesas com combustíveis nos estabelecimentos agropecuários/NE	DCO
17	Despesas com agrotóxicos nos estabelecimentos agropecuários/NE	DAX
18	Número de estabelecimentos agropecuários que fizeram plantio direto na palha/NE	PDP
19	Área irrigada dos estabelecimentos agropecuários em ha/CPT	IRR
20	Capacidade das unidades armazenadoras em ton/ACCT	ARM

Legenda: **PNP**: área total de pastagem natural e plantada no município (ha); **AE**: área total dos estabelecimentos do município (ha); **NE**: número de estabelecimentos agropecuários no município; **NEARH**: número de estabelecimentos no município com recursos hídricos (rios e lagos); **AM**: área do município (km<sup>2</sup>); **ACCT**: Área colhida de culturas temporárias. **Fonte**: autores (2021).

Foram utilizados os softwares SPSS 22.0, BioEstat 5.0 e Microsoft Excel para cálculo da Análise Fatorial com extração de fatores pelo método de Componentes Principais e posterior aplicação da equação do índice de degradação. O ID foi calculado em 10 etapas: Análise Fatorial de 1 a 9, e aplicação da equação do ID na 10<sup>a</sup> etapa (Quadro 3).

**Quadro 3 – Etapas para cálculo do Índice de Degradação (ID).**

ETAPA	Descrição	Função
1	Empilhamento de dados	Os dados serão empilhados em uma matriz de 18 colunas (18 variáveis) e 40 linhas (20 municípios em cada censo (2006 e 2017)). Será calculada a matriz de correlação de Pearson entre as variáveis para remover influências de escala e unidade (CAMPOS <i>et al.</i> , 2010).
2	Teste de Bartlett e Critério Kaiser-Meyer- Olkin (KMO)	Ambos são calculados para avaliar se os dados admitem análise fatorial. No teste, os dados admitirão a análise se a matriz de correlação for diferente de uma matriz identidade, com o p-valor (probabilidade de significância) menor que o nível de significância ( $\alpha=5\%$ ). Quanto ao critério, ele deverá ser maior que 0.5 (PINTO; CORONEL, 2014).
3	Raízes características ( $\lambda$ )	Também denominadas autovalores ou <i>eigenvalues</i> ( $\lambda$ ), serão utilizadas como critério para extração de fatores. Serão extraídos os fatores com $\lambda > 1$ e variância acumulada $> 70\%$ (HAIR JUNIOR <i>et al.</i> , 2014).
4	Cargas fatoriais e comunalidades	As cargas fatoriais denotam as correlações entre cada variável e os fatores extraídos. As comunalidades representam a significância de cada variável para a análise como um todo e não somente em relação a cada fator (CUNHA <i>et al.</i> , 2008; PINTO, LOPES, CORONEL, 2014).
5	Rotação ortogonal (método varimax)	As cargas fatoriais e comunalidades serão rotacionadas para tornarem-se mais próximas de 0 ou de 1. Após a rotação, as maiores cargas fatoriais indicarão a qual fator a variável deverá ser agrupada. Permanecerão na análise as variáveis com comunalidade maior que 0.4 (LATTIN; CARROLL; GREEN, 2011).
6	Padronização das variáveis	As variáveis originais serão padronizadas por meio do z-score para retirar diferenças de escala e magnitude (OLIVEIRA; CARVALHO FILHO; FIRETTI, 2014): $Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma_i}$ , na qual: Zi é a variável padronizada; Xi é a original; $\bar{X}$ é a média de todas as variáveis e é o desvio padrão delas $\sigma_i$ .
7	Coefficientes dos escores fatoriais (Wji)	Também são chamados de autovetores e expressam a importância da variável para o fator. São os “pesos” das variáveis agrupadas ao fator para o cálculo do escore fatorial (SILVA, M.; SILVA, J.; BORGES, 2015).
8	Escores fatoriais (Fj)	Equivalerão ao valor estimado dos fatores, já que estes são variáveis não observáveis (SILVA, M.; SILVA, J.; BORGES, 2015): $F_j = W_{j1}Z_1 + W_{j2}Z_2 + W_{j3}Z_3 + W_{ji}Z_i$ onde: Fj é o j-ésimo escore fatorial, Wji é o coeficiente do j-ésimo fator para Zi e Zi é a variável padronizadas.
9	Padronização dos escores fatoriais	Será realizada para que os escores apresentem valores entre 0 e 1, e scores negativos com altos valores modulares não interfiram na magnitude do ID (LEMOS, 2001): $F_{jk}^* = \frac{F_{jk} - F_j^{min}}{F_j^{max} + F_j^{min}}$ , é o escore padronizado do j-ésimo fator para o k-ésimo município, $F_j^{min}$ e $F_j^{max}$ são os escores mínimo e máximo observados para o j-ésimo fator.
10	Cálculo do ID	O cálculo do ID para o k-ésimo município será efetuado como abaixo (CUNHA <i>et al.</i> , 2008; CAMPOS <i>et al.</i> , 2010; PINTO; LOPES; CORONEL, 2014; CAMPOS; GOMES; COELHO, 2017): $ID_k = \sum_{j=1}^p \left( \frac{\lambda_j}{\sum \lambda_j} F_{jk}^* \right)$ , IDk é o índice de degradação para o k-ésimo município, $\lambda_j$ é a j-ésima raiz características, $\sum \lambda_j$ é o somatório das raízes características referentes aos p fatores extraídos, e $F_{jk}^*$ é escore padronizado do j-ésimo fator para o k-ésimo município,

**Fonte:** elaborado a partir de Souza *et al.* (2020).

<sup>3</sup> São classificados como “adjacentes” os municípios mais próximos a metrópoles, capitais regionais ou centros sub-regionais. Os “remotos” são os mais distantes dessas Regiões de Influência das Cidades (IBGE, 2017a).

<sup>4</sup> Dados obtidos a partir de consulta aos documentos de Estatística Municipal individual, disponível em: <http://www.fapespa.pa.gov.br/produto/estatisticamunicipal/98?&mes=&ano=2015>. Acesso em 07 out. 2020.

### 3.4. Análise do grau de degradação

A análise quanto ao grau de degradação dos municípios foi realizada a partir de legenda composta com base em Cunha et al. (2008). Ela contém três intervalos numéricos que qualificam a degradação como baixa, média ou alta (Tabela 1).

**Tabela 1** - Legenda para interpretação dos ID's dos Municípios Verdes.

Intervalo	Qualificação
0.00 a 0.30	Baixo
0.30 a 0.70	Médio
0.70 a 1.00	Alto

**Fonte:** Elaborada a partir dos dados contidos em Cunha *et al.* (2008).

Além disso, os resultados dos índices para os anos de 2006 e 2017 foram comparados entre si e relacionados às ações de Gestão Ambiental Municipal implementadas nos Municípios Verdes, conforme dados disponíveis. Com isso, foi possível verificar a eficácia, ou não, de tais ações para a redução da degradação ambiental.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Degradação ambiental rural dos municípios

A partir do cálculo do Índice de Degradação foi possível verificar a ocorrência de degradação ambiental rural em todos os municípios estudados, mas em intensidades diferentes. No ano de 2006, dentre os 20 municípios, apenas três apresentaram baixo ID (Almeirim, Gurupá e Juruti), enquanto os demais apresentaram ID médio. Em 2017, houve apenas uma alteração nesse cenário, com Juruti passando do grau de degradação baixo para médio. Nenhum município registrou ID alto, ou seja, maior que 0.70 (Tabela 2).

**Tabela 2:** Resultados do Índice de Degradação para os anos de 2006 e 2017.

Nº	Município	ID 2006	Qualificação ID	ID 2017	Qualificação ID
1	Almeirim	0.2297	Baixo	0.2536	Baixo
2	Belterra	0.4690	Médio	0.4526	Médio
3	Bom Jesus do Tocantins	0.5444	Médio	0.4299	Médio
4	Brasil Novo	0.4676	Médio	0.3456	Médio
5	Canãa dos Carajás	0.4561	Médio	0.4773	Médio
6	Gurupá	0.2972	Baixo	0.1490	Baixo
7	Ipixuna do Pará	0.5343	Médio	0.4806	Médio
8	Jacundá	0.4072	Médio	0.3812	Médio
9	Juruti	0.2755	Baixo	0.3622	Médio
10	Paragominas	0.6159	Médio	0.6138	Médio
11	Parauapebas	0.5693	Médio	0.3503	Médio
12	Redenção	0.5198	Médio	0.3325	Médio
13	Rondon do Pará	0.3988	Médio	0.4521	Médio
14	Santa Luzia do Pará	0.5045	Médio	0.3462	Médio
15	Santa Maria das Barreiras	0.4581	Médio	0.4803	Médio
16	Santana do Araguaia	0.3354	Médio	0.3942	Médio
17	Santarém	0.6032	Médio	0.4222	Médio
18	Tailândia	0.4392	Médio	0.5742	Médio
19	Tucumã	0.4182	Médio	0.4978	Médio
20	Ulianópolis	0.5820	Médio	0.4196	Médio

**Fonte:** Autores (2021).

Os ID's mínimos obtidos foram de 0.2297 para Almeirim, em 2006, e de 0.1490 para Gurupá, em 2017. Os ID's máximos, por sua vez, foram verificados em ambos os anos em Paragominas, com 0.6159 e 0.6138, respectivamente. Com relação aos índices mais altos em Paragominas, é provável que esteja associado ao destaque que Paragominas possui no setor agropecuário (Alves; Carvalho & Silva, 2014).

Nas décadas de 70 a 90, as principais atividades econômicas de Paragominas eram a extração madeireira e a pecuária, atividades que permaneceram em destaque ao longo dos anos, ocasionando grande degradação das florestas do município e levando ao seu registro como um dos que mais desmataram no ano de 2007. Este foi o ponto de partida para que o governo municipal passasse a investir na mudança da economia local, com grandes investimentos no setor agropecuário, com destaque para a agricultura (Bergamin, 2015).

Nesse sentido, o ID mais elevado em Paragominas no ano de 2006, em relação aos demais municípios verdes, pode estar associado às grandes áreas de pastagem existentes desde muito cedo (décadas de 70 e 90). O município chegou a receber anteriormente o título de Capital do Boi Gordo, em face de sua grande produção bovina à época.

Além disso, a agricultura tem se desenvolvido no município, principalmente de forma extensiva, ou seja, com uso de grandes áreas, de maquinário e de insumos para preparo do solo e proteção contra pragas (Sousa *et al.*, 2017). Dessa forma, considerando que as variáveis utilizadas para cálculo estão relacionadas a essas atividades, os ID's sofrem influência direta desse histórico.

Outro exemplo da influência do histórico municipal sobre o ID é o caso de Almeirim, que apresentou o menor ID em 2006 (0.2297) e o segundo menor em 2017 (0.2536). A economia do município é majoritariamente industrial (indústria de celulose e transformação), compondo 47% do PIB municipal. A agropecuária não tem participação significativa no PIB, mas é importante para a subsistência das populações rurais locais, forma de produção que não costuma ocasionar intensa degradação ambiental (Amorim *et al.*, 2010).

A partir da Análise Fatorial realizada para calcular o ID, também foi possível realizar a extração de fatores, indicando quais os que mais influenciaram na degradação ambiental rural dos municípios. Tal extração foi realizada a partir do autovalor de cada fator (autovalores maiores que 1), conforme indicado abaixo (Tabela 3). Esses fatores foram nomeados com base nas variáveis que melhor se correlacionaram a cada um, a partir da observação de suas respectivas cargas fatoriais.

**Tabela 3:** Resultados do Índice de Degradação para os anos de 2006 e 2017.

Fatores	Autovalor	Descrição	Variáveis correlacionadas ao fator
Fator 1	4.899	Insumos agrícolas	ADB, COR, AGX, TRA, DEL, DCO, DAX
Fator 2	3.585	Uso da terra	CPT, APL, APD, RNP, NNP, VEG
Fator 3	1.803	Pecuária e desmatamento	BOV, DES
Fator 4	1.404	Capacidade de armazenamento	ARM
Fator 5	1.301	Produção sustentável	SAF, ORG
Fator 6	1.161	Irrigação	IRR
Fator 7	1.025	Plantio sustentável	PDP

**Fonte:** Autores (2021).

A partir dessa extração de fatores, foi possível verificar que aqueles com maior influência sobre a degradação ambiental rural dos municípios foram o uso de insumos agrícolas para preparo do solo e o tipo de uso da terra (área de cultivos, de pastagens degradadas e de vegetação).

O destaque para esses fatores deve-se ao desequilíbrio que pode ser causado em função da remoção da cobertura vegetal para plantio de culturas agrícolas. Essa

substituição de uso da terra pode levar à extinção de espécies vegetais e animais, além de acarretar a erosão do solo. Outro impacto negativo desses fatores, é a suscetibilidade ao assoreamento de rios, pois o solo fica desprotegido e pode haver carreamento de sedimentos para o leito de corpos hídricos. Com relação ao uso de insumos agrícolas para preparar o solo para esses cultivos agrícolas, ele pode ocasionar a contaminação do solo e da água (Sousa, 2012).

Com base nos dados obtidos quanto aos ID's nos municípios verdes paraenses nos anos de 2006 e 2017, foi possível verificar também os percentuais de aumento ou redução da degradação em cada município no período compreendido entre o primeiro e o segundo ano estudado (Tabela 4).

**Tabela 4:** Resultados do Índice de Degradação para os anos de 2006 e 2017 e percentuais de redução.

Ranking de redução	Município	ID em 2006	ID em 2017	% redução
1º	Gurupá	0.2972	0.1490	-49.86%
2º	Parauapebas	0.5693	0.3503	-38.47%
3º	Redenção	0.5198	0.3325	-36.04%
4º	Santa Luzia do Pará	0.5045	0.3462	-31.38%
5º	Santarém	0.6032	0.4222	-30.01%
6º	Ulianópolis	0.5820	0.4196	-27.90%
7º	Brasil Novo	0.4676	0.3456	-26.10%
8º	Bom Jesus do Tocantins	0.5444	0.4299	-21.03%
9º	Ipixuna do Pará	0.5343	0.4806	-10.04%
10º	Jacundá	0.4072	0.3812	-6.39%
11º	Belterra	0.4690	0.4526	-3.49%
12º	Paragominas	0.6159	0.6138	-0.34%

**Fonte:** Autores (2021).

Dentre os 20 municípios, 12 (60%) apresentaram redução no ID para o ano de 2017 em relação ao ano de 2006, enquanto 8 (40%) registraram aumento no ID considerando o mesmo período. Observou-se uma média de -23.42% de redução no ID dos municípios. A menor taxa de redução foi verificada em Paragominas.

Como o setor agropecuário vem crescendo constantemente no município, o ID não sofreu grandes alterações. Contudo, a preocupação do município com o uso sustentável da terra tem equilibrado esse crescimento para que a degradação ambiental rural não aumente. Cenário esse que permite ao município de Paragominas manter o título de Município Verde obtido pioneiramente no estado, em 2013 (Piedade; Jesus & Borges, 2019).

Com base nos resultados obtidos, observou-se uma média de 16.50% de aumento no ID para os oito municípios com esse comportamento (Tabela 5).

**Tabela 5:** Resultados do Índice de Degradação para os anos de 2006 e 2017 e percentuais de aumento.

<b>Ranking aumento</b>	<b>de Município</b>	<b>ID em 2006</b>	<b>ID em 2017</b>	<b>% aumento</b>
1º	Juruti	0.2755	0.3622	31.45%
2º	Tailândia	0.4392	0.5742	30.74%
3º	Tucumã	0.4182	0.4978	19.02%
4º	Santana do Araguaia	0.3354	0.3942	17.52%
5º	Rondon do Pará	0.3988	0.4521	13.37%
6º	Almeirim	0.2297	0.2536	10.38%
7º	Santa Maria das Barreiras	0.4581	0.4803	4.85%
8º	Canãa dos Carajás	0.4561	0.4773	4.64%

**Fonte:** Autores (2021).

A partir da análise dos dados, pode-se verificar um destaque para o aumento da degradação em Juruti/PA e Tailândia/PA. No que se refere a Juruti/PA, apesar de ter apresentado o maior aumento percentual, os ID's (0.2755 e 0.3622, respectivamente) não são elevados quando comparados aos demais. Isso provavelmente porque, apesar do crescimento da agricultura familiar, a principal atividade do município é a mineração, com extração de bauxita (Ibram, 2017; Silva, J. & Silva, C., 2016).

Em Tailândia/PA, isso pode estar associado às grandes áreas destinadas ao cultivo da palma de dendê, que é uma das principais atividades econômicas locais. Esse tipo de cultivo, apesar de geralmente ocorrer como forma de aproveitamento em áreas já desmatadas, requer o uso de maquinário e de agrotóxicos para manejo (Cruz, 2018). Ressalta-se que, de acordo com a análise fatorial realizada, esses são os principais fatores que contribuem para a degradação ambiental rural nos municípios verdes paraenses.

Assim como em Juruti/PA a principal atividade econômica é a mineração, em Canãa dos Carajás/PA, onde é extraído principalmente o minério de ferro, a agropecuária não tem tanto destaque, mantendo-se o ID relacionado à atividade agropecuária quase estável de 2006 a 2017 (Nascimento *et al.*, 2020).

De forma geral, pode-se notar que o comportamento da degradação ambiental rural nos municípios verdes paraenses não foi uniforme, variando muitas vezes em função do principal tipo de atividade econômica de cada município. Porém, outro fator que também deve ser considerado são as ações efetivamente realizadas no âmbito do Programa Municípios Verdes com o intuito de fomentar um desenvolvimento rural sustentável, ações essas que serão discutidas a seguir.

## 4.2. Gestão Municipal e a degradação verificada

Em todos os 20 municípios estudados foi verificada a realização de ações de Gestão Ambiental Municipal, que foram minimamente as ações aplicadas no âmbito do Programa Municípios Verdes, as quais destinam-se principalmente à redução do desmatamento e a uma produção rural sustentável.

As principais metas do PMV estão relacionadas à redução da degradação florestal e à melhoria da governança local. Para tanto, o programa visa atingir metas a partir das ações indicadas no quadro a seguir, que foram implementadas parcial ou integralmente pelos municípios (Quadro 4).

**Quadro 4:** Principais ações para se tornar município verde.

Nº	Ação	Descrição
1	Redução do desmatamento	Conter a abertura de áreas florestadas e estimular sua conservação.
2	Regularização ambiental	Estimular os produtores rurais a cumprir as exigências legais ambientais (CAR, LAR e, se for o caso, o Plano de Recuperação de Área Degradada - PRAD).
3	Regularização fundiária	Estimular a legalização da terra (título ou concessão e CCIR)
4	Reflorestamento e recuperação de áreas degradadas	Incentivar o uso de madeira reflorestada na produção de carvão vegetal e o uso de áreas já degradadas para o reflorestamento. Além disso, promover a recuperação de áreas degradadas (recomposição de APP e de ARL) com espécies nativas dentro das propriedades.
5	Adoção de boas práticas agropecuárias	Promover a adoção de boas práticas agropecuárias e intensificar o uso de áreas já abertas, buscando melhor produtividade.
6	Manejo florestal	Estimular a adoção de manejo florestal de alta qualidade técnica.
7	Economia de baixo carbono e manutenção da biodiversidade	Reduzir as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) e manter a diversidade de espécies animais e vegetais. As ações já citadas contribuem para esta ação, uma vez que no Brasil grande parte das emissões está ligada ao desmatamento e a manutenção da biodiversidade depende da restauração e/ou do controle da exploração da floresta.
8	Gestão municipal de meio ambiente estruturada e transparente	Dotar o órgão municipal de meio ambiente de infraestrutura e pessoal habilitado e garantir a transparência na sua atuação. Esta ação contribui para o desenvolvimento das ações listadas acima.

**Fonte:** Elaborado a partir de Guimarães *et al.*, (2013).

Essas metas devem ser atingidas pelos municípios integrantes do PMV. No entanto, para receberem o título de “Município Verde” não é necessário inicialmente ter todas as ações implementadas de forma integral. Para receber o título eles devem: estar há no mínimo dois anos na categoria 5 (já citada), ser habilitados para gestão ambiental e não terem registrado nenhuma ocorrência de trabalho análogo ao escravo. Desse modo que nem todas as metas indicadas no Quadro 4 foram atingidas por todos os municípios em estudo.

Quanto às ações de gestão ambiental associadas à obtenção do título de “Município Verde”, Paragominas foi o primeiro município a sair da lista crítica de desmatamento publicada pelo Ministério do Meio Ambiente em 2007 e é apto para a Gestão Ambiental Municipal, possuindo órgão ambiental próprio para licenciamento de atividades de impacto local, categoria na qual as atividades rurais geralmente se enquadram.

Apesar de todo o empenho em atingir tais metas, Paragominas possui um sistema de produção que utiliza maquinários e insumos agrícolas em grande quantidade. Com isso, o programa foi, e ainda é, benéfico para o município, mas não é suficiente para que, por si só, promova a redução da degradação ambiental. Deve-se, por exemplo, substituir o uso de técnicas tradicionais de plantio por outras mais sustentáveis, como o plantio direto na palha (Alves; Carvalho & Silva, 2014). Esta técnica foi utilizada em Paragominas, em ambos os anos estudados, por menos de 5% dos estabelecimentos agropecuários.

Assim como Paragominas, os demais municípios verdes tiveram que reduzir suas taxas de desmatamento e investir na produção rural sustentável. Contudo, considerando a uniformidade de metas para todos os municípios integrantes do PMV e as diferenças percentuais de aumento e redução do ID em cada um, podemos inferir que apenas as ações gerais do programa não são suficientes para garantir a redução da degradação ambiental, devendo ser complementadas por ações adicionais a partir da iniciativa da gestão municipal.

Exemplos disso são os municípios de Parauapebas, Redenção e Santarém, que implantaram diferentes ações/instrumentos de gestão ambiental, que suplementaram o PMV na busca pela produção sustentável. Essas iniciativas conferiram aos municípios algumas das maiores taxas de redução da degradação ambiental rural entre 2006 e 2017.

Em Parauapebas, podemos citar a implantação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS Ecológico. O ICMS-E é arrecadado pelo estado e possui a função de compensar municípios por manterem áreas protegidas em vez de desenvolver atividades produtivas tradicionais nessas áreas.

Devido à existência de Unidades de Conservação em Parauapebas (ex: Floresta Nacional de Carajás) e a cidade ser uma das que mais contribuem para a arrecadação do ICMS-E dentro do estado, parte dessa arrecadação retorna para o próprio município, que pode utilizar o recurso para a conservação ambiental, contribuindo assim, para a redução da degradação ambiental rural (Ferreira & Sobrinho, 2012).

Uma das iniciativas adicionais do município de Redenção com relação a gestão ambiental foi a elaboração de um Programa de Gestão Ambiental em 2017. Nele, além de abordadas as temáticas diretamente relacionadas ao PMV, foram consideradas, por exemplo, a educação ambiental e a fiscalização de áreas verdes (Pinto, Lopes & Coronel, 2014).

Além disso, após o período estudado para o ID (2006-2017), foram utilizados outros instrumentos de gestão de ambiental no município, dentre os quais podemos citar: implantação de Sistema de Gestão de Licenciamento Ambiental; implantação Sistema

Eletrônico de Apuração de Infração Ambiental; fiscalização ostensiva nas áreas de unidades de conservação; incentivo à integração de lavoura + pecuária + floresta.

Quanto ao município de Santarém, podemos citar como uma ação de gestão externa ao PMV, mas que pode contribuir para a redução do ID, a participação de representantes da zona rural no Conselho Municipal do Orçamento Participativo do município. O conselho discute, em reuniões e congressos, as demandas da população urbana e rural, dentre as quais infraestrutura geral (como água, energia e estradas de acesso), ofertas de linhas de crédito rural e assistência técnica para os produtores (Santos; Lopes & Monte, 2016).

Por fim, podemos citar ainda ações no âmbito estadual, como a criação do Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais (Sisflora), instituído pela Instrução Normativa SEMA nº 23/2009, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Com este sistema, a extração, coleta, beneficiamento, transformação, industrialização, comércio, transporte e armazenagem de produtos florestais, são registrados e controlados, reduzindo-se a possibilidade de extração e comércio ilegal, o que também acaba por interferir positivamente no meio ambiente dos municípios (Pará, 2009).

## **5 Considerações Finais**

A Gestão Ambiental Municipal é uma ferramenta essencial para a redução da degradação ambiental, uma vez que, de forma geral, se constitui de políticas públicas que visam ao desenvolvimento sustentável. No cenário rural paraense, uma das formas de exercer a gestão ambiental municipal é a participação no Programa Municípios Verdes.

Esse Programa, destinado à redução do desmatamento ilegal e ao fomento da produção rural sustentável, conta com metas a serem cumpridas e mantidas pelos municípios, as quais são positivas para a redução da degradação ambiental. Contudo, nos casos estudados, percebeu-se que somente o PMV não é suficiente, pois abrange apenas uma pequena área dentro das atividades rurais.

Nesse sentido, foi observada a redução da degradação em 12 municípios (60%) e o aumento em 8 (40%), o que nos leva a inferir que apenas as ações gerais do programa não são suficientes para garantir a redução da degradação ambiental. Isso porque o Índice de Degradação sofreu variações comportamentais nos municípios, apesar de as metas do programa serem as mesmas para todos os participantes.

Verificou-se ainda que em alguns dos municípios que apresentaram as maiores taxas de redução no Índice de Degradação foram realizadas ações complementares ao PMV, como ações de educação ambiental, implantação de sistemas de gestão, participação da população rural na tomada de decisão e incentivo a sistemas de produção com maior aproveitamento das áreas destinadas à atividade agropecuária.

Dessa forma, encoraja-se o ingresso dos municípios no programa, que é um ponto positivo, pois pode ser o início de outras ações que contribuam para a redução da degradação ambiental e para chegarmos ao desenvolvimento sustentável. Além disso, ressalta-se a necessidade de aplicar outras formas de gestão ambiental além do PMV, que poderão minimizar ainda mais os impactos das atividades antrópicas na zona rural.

Por fim, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas considerando variáveis urbanas, para que se possa ter um conhecimento mais completo da degradação nos municípios. Além disso, pode-se relacionar a degradação urbana a ações de gestão ambiental

municipal, para verificar se, por exemplo, investimentos em arborização e proteção de áreas de preservação permanente em zonas urbanas têm influência sobre o cenário observado.

## Referências

- Aguiar, C. P. O.; Peleja, J. R. P. & Sousa, K. N. S. (2014) Qualidade da água em microbacias hidrográficas com agricultura nos municípios de Santarém e Belterra, Pará. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 38, n. 6, p. 983-992.
- Alvarenga, E. G. et al. (2020) Relatório final de execução do contrato nº 019/2018: Bases locais. Belém: PMV.
- Alvarenga, A. C.; Ferreira, V. H. & Fortes, M. Z. (2014) Energia solar fotovoltaica: uma aplicação na irrigação da agricultura familiar. *Revista Sinergia*, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 311- 318, out./dez..
- Alves, L. W. R.; Carvalho, E. J. M. & Silva, L. G. T. (2014) Diagnóstico Agrícola do Município de Paragominas, PA. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* nº 91. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- Amorim, P. et al. (2010) Diagnóstico Econômico-Ambiental do município de Almeirim, Pará. Belém: Instituto Floresta Tropical (IFT), Fundação Floresta Tropical; Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (Imaflora).
- Araújo, M. L. M. N. et al. (2010) Impactos ambientais nas margens do rio Piancó causados pela agropecuária. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, Pombal, v. 4, n. 1, p. 13-33, jan./dez.
- Bellever, C. (2000) Produção animal e qualidade de vida em sociedades em transição. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., Concórdia/SC. Anais... Concórdia: EMBRAPA.
- Bergamin, M. S. (2015) Paragominas: a experiência para se tornar um município verde na Amazônia. Belém: Marques Editora.
- Brasil. Ministério Do Meio Ambiente. Lista de Municípios Prioritários da Amazônia (atualizado em 13/09/2017). 2017. Disponível em: [http://combateaodesmatamento.mma.gov.br/images/conteudo/lista\\_municipios\\_prioritarios\\_A ML\\_2017.pdf](http://combateaodesmatamento.mma.gov.br/images/conteudo/lista_municipios_prioritarios_A ML_2017.pdf). Acesso em 07 out. 2020.
- Campos, S. A. C. et al. (2020) Intensidade e evolução da atividade agropecuária como indicador da degradação ambiental na região da Caatinga. In: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Tecnologia rural, 48., 2010, Viçosa. Anais eletrônicos... Viçosa: UFV, 2010, p. 1-19. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/15/838.pdf>. Acesso em 07 out..

Campos, S. A. C.; Gomes, M. F. M. & Coelho, A. B. (2017) Degradação ambiental agropecuária e seus determinantes em Minas Gerais. Revista de Estudos Sociais, Cuiabá, v. 19, n. 38, p. 50-66, jan./jun.

Cavalcanti, M. & Moreira, E. (2008) Metodologia de estudo de caso: livro didático. 3. ed. rev. e atual. Palhoça: Unisul Virtual.

Cordeiro, I. M. C. C.; Rangel-Vasconcelos, L. G. T. & Schuwartz, G. (2017) O manejo da floresta secundária na Amazônia Oriental. In: Cordeiro, I. M. C. C.; Rangel- Vasconcelos, I. g. t.; Schwartz, G.; Oliveira, F. de A. (Org.). Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias. Belém, Pa: Edufra.

Cruz, R. H. R. (2018) Impactos socioambientais de produção de palma de dendê na Amazônia Paraense: uso de agrotóxicos e poluição ambiental nas sub-bacias hidrográficas, Tailândia (PA). Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local da Amazônia) - Universidade Federal do Pará, Belém.

Cunha, N. R. S. et al. (2008) A Intensidade da Exploração Agropecuária como Indicador da Degradação Ambiental na Região dos Cerrados, Brasil. Revista Estudos Regionais, Piracicaba, v. 46, n. 2, p. 291-323, abr./jun.

Dias, R. (2011) Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2011.

Ferreira, Y. C. S. L.; Sobrinho, M. V. (2012) Icms Ecológico sob a ótica da economia ecológica: uma análise a partir do pagamento por serviços ambientais (PSA) na Amazônia. Amazônia, Organizações e Sustentabilidade, Brasil, v. 1, n. 2, p. 49-59, ago./dez..

Fundção Prefeito Faria Lima. (2007) Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal. Gestão ambiental municipal: módulo básico. 246p. São Paulo: SMA/SP.

Gerhardt, T. E. & Silveira, D. T. (2009) Métodos de Pesquisa. Porto Alegre: Editora da Ufrgs.

Guimarães, J. et al. (2013) Municípios Verdes: caminhos para a sustentabilidade. 2 ed. revisada e ampliada. Belém: Imazon, 2013.

Hair Junior, J. F. et al. (2014) Multivariate Data Analysis. 7 ed. Harlow: Pearson Education Limited.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Demográfico 2010. 2010. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/almeirim/pesquisa/23/24304?detalhes=true&tipo=cartografa&indicador=24756>. Acesso em 08 out. 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, 2017a. Disponível em:

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100643.pdf>. Acesso em 04 out. 2020.

. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produto Interno Bruto dos Municípios. 2017b. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/almeirim/pesquisa/38/46996?tipo=cartograma&indicador=47006>. Acesso em 07 out. 2020.

Instituto Brasileiro de Mineração (Ibream). Cooperativa de agricultores em Juruti aumenta faturamento em 30%. 2017. Disponível em: <https://ibram.org.br/noticia/cooperativa-de-agricultores-em-juruti-aumenta-faturamento-em-30/>. Acesso em: 26 ago. 2021.

Lanna, A. C. (2002) Impacto Ambiental de Tecnologias, Indicadores de Sustentabilidade e Metodologias de Aferição: Uma Revisão. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão.

Lattin, J. M.; Carrol, J. D. & Green, P. E. (2011) Análise dados multivariados. Tradução: Harue Avristscher. São Paulo: Cengage Learning.

Lemos, J. J. S. (2001) Níveis de Degradação no Nordeste Brasileiro. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 32, n. 3, p. 406-429, jul./set.

Melo, J. F. M. & Sousa, A. F. (2014) Indicadores de desempenho ambiental no setor público: uma análise nos gastos ambientais e no desempenho verde de municípios. In: ENGEMA, 16., 2014, São Paulo, Anais... São Paulo: FEA/USP.

Meneguzzo, I. S. & Chaincouski, A. (2010) Reflexões acerca dos conceitos de degradação ambiental, impacto ambiental e conservação da natureza. Geografia, Londrina, v. 19, n. 1.

Montanha, G. K. et al. (2011) Consumo de combustível de um trator agrícola no preparo do solo para a cultura do algodão irrigado em função da pressão de inflação nos pneus. Revista Energia na Agricultura, Botucatu, v. 26, n. 1, p. 39-51.

Nascimento, J. C. S. et al. (2020) Mineração através do beneficiamento à seco em canaã dos Carajás-PA: alternativa para a barragem de rejeitos. Brazilian Journal do Development, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 80788-80800, out..

Neves, P. A. P. F. G. et al. (2014) Correlação entre pecuária e desmatamento em municípios da mesorregião sudeste do estado do Pará, Brasil. Ambiência, Guarapava, v. 10, n. 3, p. 795- 806, set./dez..

Oliveira, E. C.; Carvalho Filho, A. A.; Firetti, R. (2014) Identificação e Elaboração de Variáveis Estatísticas Através de Técnicas Multivariadas no Estudo da Produção de Grãos e Fibras, nas Região Administrativa de Presidente Prudente-SP. Semina Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 35, n. 2, p. 159-180, jul./dez.

- Oliveira, L. et al. Agrofloresta e seus benefícios salientando as vantagens ambientais. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 9., 2018, São Bernardo do Campo. Anais... São Bernardo do Campo: IBEAS, 2018, p. 1-8. Disponível: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2018/VII-038.pdf>. Acesso em 07 out. 2020.
- Pará. Instrução Normativa SEMA nº 23, de 31 de março de 2009. Altera os índices de conversão de madeira junto ao CEPFLO/SISFLORA. Diário Oficial do Estado, Belém, nº 31.392, 03 abr. 2009.
- Piedade, G. S. M.; Jesus, L. S. & Borges, F. Q. (2019) A dinâmica sustentável após a operação arco de fogo no município verde (Paragominas - Pa). Observatorio de la Economía Latinoamericana, jan..
- Pinto, N. G. M. & Coronel, D. A. (2014) Degradação ambiental do Rio Grande do Sul: uma análise dos municípios e mesorregiões. Revista Brasileira de Agroecologia, Capão Leão, v. 9, n. 1, p. 3-17, mai..
- Pinto, N. G. M.; Lopes, M. M. & Coronel, D. A. (2014) Análise da degradação ambiental nos municípios e mesorregiões do Estado do Paraná. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, v. 35, n. 126, p. 191-206, jan./jun.
- Rebello, F. K.; Santos, M. A. A. & Homma, A. K. (2011) O. Modernização da agricultura nos municípios do Nordeste Paraense: determinantes e hierarquização no ano de 2006. Revista de Economia e Agronegócio, v. 9, n. 2.
- Rodrigues, I. A. et al. (2013) Avaliação de Impactos Ambientais, Sociais e Econômicos do Sistema Plantio Direto de Grãos na Fazenda Rio Grande, Paragominas, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- Santos, A. O.; Lopes, D. M. A. & Monte, L. F. O. (2016) Orçamento participativo como instrumento de gestão democrática e participativa: caso do município de Santarém-Pará. In: Congresso CONSAD de Gestão Pública, 9., Brasília. Anais... Brasília: CONSAD.
- Sakamoto, C. K. & Silveira, I. O. (2014) Como fazer projetos e Iniciação Científica. São Paulo: Paulus.
- Sanchez, L. E. (2013) Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos.
- Santos, J. O. et al. (2012) A evolução da agricultura orgânica. Revista Brasileira De Gestão Ambiental, Pombal, v. 6, n. 1, p. 35-41, jan./dez..
- Silva, R. G. & Ribeiro, C. G. (2004) Análise da Degradação Ambiental na Amazônia Ocidental: um Estudo de Caso dos Municípios do Acre. Revista Estudos Regionais, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 91-110, jan./mar.

Silva, J. M. P. & Silva, C. N. (2016) Juruti: uma comunidade amazônica atingida pela mineração.

GEOgraphia, ano 18, n. 36, p. 128-148.

Silva, M. C.; Silva, J. D. G. & Borges, E. F. (2015) Análise de componentes principais para elaborar índices de desempenho no setor público. Revista Brasileira de Biometria, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 291-309, jul./set..

Sousa, A. S. (2012) Diagnóstico da degradação ambiental na zona rural do município de Pombal – PB. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal,.

Sousa, L. M. et al. (2017) Avaliação do uso e cobertura da terra em Paragominas e Ulianópolis- PA, utilizando dados do projeto TerraClass. Revista Brasileira de Cartografia, n. 69, v. 3p. 421-431.

Souza, G. B. et al. (2020) Assessment of the Resilience of Altered Permanent Preservation Areas (App's) from the Occurrence of Precipitation Variations. European Modern Studies Journal, Kiev, v. 4, n. 2.

Sousa Junior, J. R. C. et al. (2020) Visão Geral da Conjuntura. Carta de Conjuntura, n. 48, seção IX, 3º trim., out..

Whately, M. & Campanili, M. (2013) Programa Municípios Verdes: lições aprendidas e desafios para 2013/2014. Belém: PMV.

### Dados dos autores:

#### **Nathália Melo Giuliatti**

Doutora em Administração, Universidade Positivo, Professora do Magistério Superior, UTFPR.

Paragominas, Pará, Brasil. E-mail: nathaliagiuliatti@hotmail.com.

#### **Jucimar Casimiro de Andrade**

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5539-4498>

Administradora. Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento (UFSC), Professora UTFPR.

Francisco Beltão, Paraná, Brasil. E-mail: jucimarcandrade@gmail.com.

### Como citar este artigo:

Giuliatti, N. M., & Andrade, J. C. de. (2024). Gestão ambiental municipal como ferramenta de redução da degradação ambiental rural nos Municípios Verdes paraenses. *Amazônia, Organizações e Sustentabilidade*, 13(2), 148–169.