



ISSN 2317-3122



GRUPO VERDE DE AGROECOLOGIA E AGRICULTURA

Modelo matemático para avaliação de impacto ambiental (AIA)

Mathematical model for environmental impact assessment (AIA)

Joyce de Oliveira Maia¹, Jucyanna Célia Lopes Lima¹, Yuri Araújo Carrera¹, *Antônio Pereira Júnior²

RESUMO

O uso da modelagem matemática em questões ambientais, auxilia na interpretação de dados obtidos a partir das matrizes de interação. O objetivo dessa pesquisa foi a elaboração de um Índice de Qualidade Ambiental para esse núcleo. A partir da avaliação quantitativa dos principais impactos ambientais no núcleo Cidade Nova. Marabá - PA, e a proposição de cinco medidas para a mitigação deles. O método utilizado foi o dedutivo, com pesquisa qualitativa exploratória, associada ao levantamento de dados documentais, cujo recorte temporal situou-se entre 2008 a 2017. Os dados foram obtidos com a aplicação da Matriz de Leopold, para cálculos dos valores de magnitude, importância e significância de cada fator ambiental analisado (supressão vegetal, saneamento básico, qualidade do ar e Área de Preservação Ambiental - APP. Os dados obtidos indicaram, para o IQA, um valor igual 80%, qualitativamente, índice "bom". Todavia, houve indicação da existência de impactos de natureza negativa (alteração da qualidade do ar, impermeabilidade do solo e compactação do solo). Logo, a importância e magnitude deles não foram significativos e nem causaram desequilíbrio ambiental e nem a redução do valor do IQA com a aplicação de modelagem matemática, que se mostrou eficaz para avaliação de impactos ambientais.

Palavras-chaves: Fatores ambientais. Infraestrutura. Matriz de Leopold.

ABSTRACT

The use of mathematical modeling in environmental issues, helps in the interpretation of data obtained from the interaction matrices. The objective of this research was the elaboration of an Environmental Quality Index for this nucleus. From the quantitative assessment of the main environmental impacts in the Cidade Nova nucleus. Marabá - PA, and the proposition of five measures to mitigate them. The method used was the deductive, with qualitative and exploratory research, associated with the collection of documentary data, whose time cut was between 2008 and 2017. The data were obtained with the application of Leopold Matrix, for calculations of magnitude values, the importance and significance of each environmental factor analyzed (plant suppression, basic sanitation, air quality and the Environmental Preservation Area - APP.) The data obtained indicated a value equal to 80% for the IQA, qualitatively the "good" index. (changes in air quality, soil impermeability and soil compaction), and their importance and magnitude were not significant and neither caused environmental imbalance nor the reduction of the IQA value with the application of mathematical modeling, which proved effective for assessing environmental impacts.

Key words: Environmental factors. Infrastructure. Leopold's Matrix.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 15/02/2018; aprovado em 18/11/2018.

¹Graduanda em Engenharia Ambiental; Universidade do Estado do Pará. Marabá; E-mail: joycemaia@outlook.com.

²Graduanda em Engenharia Ambiental; Universidade do Estado do Pará; E-mail: jucyanna.lopes@gmail.com

³Graduando em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Pará; E-mail: yurigs1engambiental@gmail.com

⁴Mestre em Ciências Ambiental. Universidade do Estado do Pará; E-mail: antonio.junior@uepa.br

INTRODUÇÃO

A aplicação da Modelagem matemática, para Penereiro e Ferreira (2012), na descrição e interpretação de dados específicos, constitui uma ferramenta poderosa para a solução de problemas reais e para a fundamentação de decisões. Por isso, torna-se interessante envolver a matemática em questões relacionadas com o Meio Ambiente.

Os modelos matemáticos, para Rodrigues (2013), permitem avaliar a contribuição de uma única fonte à carga poluidora; analisar áreas de riscos e administrar liberações emergenciais. Assim, na gestão ambiental, os modelos são usados para: auxiliar na verificação das tecnologias industriais ou propostas de adequação quanto ao atendimento à legislação vigente; dar suporte a planos de ação para redução de emissões de poluentes; prever impactos de novos empreendimentos; indicar locais para instalação de estações de monitoramento; indicar áreas com maiores concentrações de poluentes que possam acelerar a degradação de materiais, entre outras finalidades

Já Almeida et al. (2011), afirmam que a valoração econômica dos recursos ambientais é fundamental para fixar a compensação financeira, correspondente aos impactos ambientais causados por empreendimentos ocorridos na fase de licenciamento ou já instalados. Utilizando uma metodologia aplicada ao uso de imagens satélites da área, levantamento bibliográfico e fotográfico, e através da fórmula matemática aplicada à valoração econômica de compensação ambiental – VECA, que servirão como instrumentos de complementação e suporte para direcionar as discussões, mecanismo facilitador absorvido dos resultados, garantindo uma conclusão baseada em fatores que viabilizem uma visão crítica sobre a problemática, baseada numa ótica sócio-econômico-ambiental que beneficiará a melhoria da qualidade de vida da sociedade.

A Norma Brasileira de Regulamentação – NBR e a International Standardization Organization – ISO, n.14001: 2004 define com impacto ambiental qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização. Pode-se dizer que a relação aspecto-impacto equivale à relação causa-efeito (FAGNANI et al., 2009).

Ademais, até a década de 60, não havia nenhuma preocupação com os impactos ambientais decorrente das ações públicas e privadas, o que acarretou crescimento na degradação dos recursos naturais. Nesse âmbito, a Avaliação de Impacto Ambiental – AIA, surge como um instrumento de avaliação que visa estimular a consideração de fatores ambientais no planejamento e tomada de decisão, auxiliando no controle e na definição de responsabilidades adotando critérios de sustentabilidade (OLIVEIRAA; BURSZTYNO, 2016).

Dentre os principais métodos de avaliação de impacto ambiental, tem-se o método Delfos, também conhecido como “ad hoc”, a listagem de controle (check-list), as redes de interação, os modelos de simulação e as matrizes de interação, como a Matriz de Leopold, que é um método quantitativo de avaliação de impacto e permite uma rápida identificação, ainda que preliminar, dos problemas ambientais envolvidos em determinados processos,

também permite identificar para cada atividade, os efeitos potenciais sobre as variáveis ambientais (POTRICH; TEIXEIRA; FINOTTI, 2007).

Nesse contexto, esses modelos matemáticos são importantes, pois imitam um fenômeno real e permitem fazer previsões quantitativas, por isso devem ser estatísticos e matemáticos (formais). No entanto, cabe destacar que os modelos podem também ser apenas conceituais. Nesse caso, utiliza-se um modelo gráfico constituído pelos círculos de causalidade para descrever o comportamento e as interações entre as variáveis bióticas e abióticas do sistema em recuperação (AUMOND et al., 2012).

A cidade de Marabá foi considerada um centro estratégico nesse processo de integração da Amazônia ao Brasil, procedendo como entreposto comercial, localizada na confluência dos rios Tocantins e Itacaiúnas, ponto em que o núcleo Marabá Pioneira está localizado e a partir de onde a cidade se expandiu, dividindo-se em cinco núcleos, dentre eles, o Complexo Integrado Cidade Nova. (BIBAS; CARDOSO; CANDIDO, 2015). Paralelamente ao processo de implantação da Nova Marabá, o Complexo Integrado Cidade Nova, que surgiu do outro lado do rio Itacaiúnas e próximo ao antigo bairro Amapá, cresceu de forma desordenada, absorvendo grande parte da população migrante e conseqüentemente, intensificando os impactos ambientais (ALMEIDA, 2012).

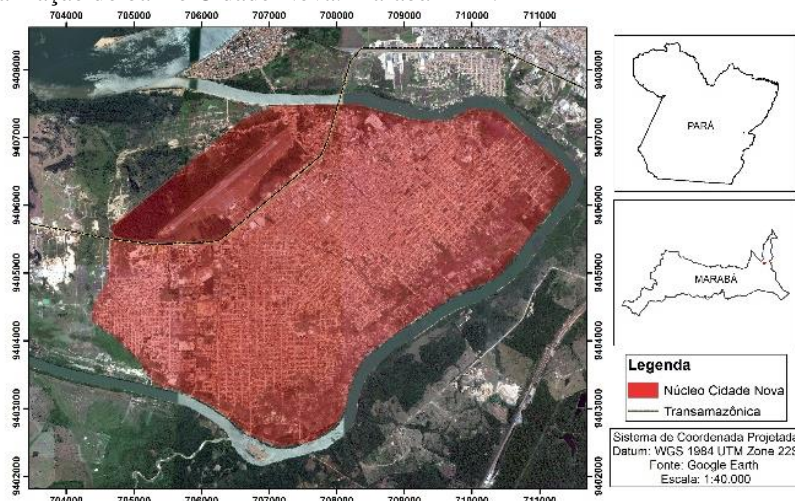
Nesse sentido, de acordo com Corrêa e Carmo (2010), a história de Marabá coloca a natureza a serviço da atividade econômica. Atualmente, os limites territoriais, a dinâmica populacional, os recursos minerais, a infraestrutura, o processo de produção, são bastante diferentes daqueles do século XX. Logo, tal desordem na ocupação urbana no núcleo Cidade Nova refletiu problemas sociais de diversas ordens: violência, saúde, educação, iluminação e comunicação e saneamento, gerando variados tipos de impactos ambientais no qual serão abordados a seguir, com a utilização da matriz de Leopold, retratando também o grau de impacto e medidas mitigatórias para os mesmos. Em virtude disso, o presente trabalho tem por objetivo, elaborar um Índice de Qualidade Ambiental – IQA, avaliar os principais impactos ambientais no núcleo Cidade Nova, com o uso de um modelo matemático, e propor cinco medidas para a mitigação desses impactos.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

Cidade Nova (Figura 1) é um distrito urbano do município de Marabá, sendo o mais populoso dos distritos da cidade com 55.232 habitantes no ano de 2000 e o segundo mais densamente povoado com 37,2 hab./ha. Ainda assim, mesmo tendo uma ocupação espontânea, o bairro apresenta uma organização razoável, fato que não é observado no bairro da Velha Marabá. A consolidação da ocupação da Cidade Nova ocorreu por diversos fatores, porém, o mais importante foi a topografia, que se distingue por não apresentar vulnerabilidade às enchentes anuais. O posicionamento planialtimétrico do bairro objeto dessa pesquisa, apresenta latitude 706865.50 m E; longitude de 9404889.49 mS.

Figura 1 – Cartografia de localização do bairro Cidade Nova. Marabá – PA.



Fonte: autores (2017)

O método empregado foi o dedutivo, pois, Gil (2008), afirma que esse método parte de duas premissas verdadeiras, nesse caso, o crescimento urbano e os impactos ambientais, para uma conclusão, ou seja, esses dois fatos interferem na Qualidade Ambiental. A abordagem da pesquisa foi quantiquantitativa, aplicada e exploratória, associada ao levantamento de dados documentais com recorte temporal entre 2007 a 2016 para a construção de um Índice de Qualidade Ambiental (IQA). Os dados obtidos foram tratados estatisticamente, com o

uso do *software* Excel (2010), e aplicação da Estatística Descritiva (média, erro padrão, coeficiente de variação e Correlação de Pearson) para determinar os valores de cada um dos quatro indicadores ambientais: (1) supressão vegetal – S.V.; (2) saneamento básico – S.B.; (3) qualidade do ar – Q.A. e (4) área de preservação permanente – APP.

Cada indicador ambiental possui de três a quatro variáveis cujo os valores numéricos variam entre 01 e 14 (Tabela 1).

Tabela 1- Indicadores ambientais e seus respectivos valores empregados na avaliação de impactos ambientais. Núcleo Cidade Nova, Marabá – PA.

INDICADORES	VARÁVEIS ANALISADAS	Va
Supressão Vegetal - SV	Alteração da composição química do solo	01
	Compactação do solo	02
	Alteração no gradiente de temperatura	03
	Alteração da capacidade drenante	04
	Utilização do corpo hídrico	05
Saneamento Básico - SB	Alteração da qualidade da água	06
	Doenças de veiculação hídrica	07
	Despejo de efluentes	08
	Tráfego de veículos	09
Qualidade do ar - QA	Aumento de doenças respiratórias	10
	Adensamento da massa de poluentes	11
	Ocupação irregular do solo	12
Área de Preservação Permanente - APP	Instabilidade ecológica	13
	Desequilíbrio climático intra urbano	14

Fonte: Autores (2017).

A Avaliação de Impacto Ambiental - AIA, foi efetuada com a aplicação da Matriz de Leopold, onde foram calculados os valores para Magnitude – MAG (Incidência + espaço + duração), e Importância – IMP (severidade + frequência + intensidade). Finalmente, o valor da significância - SIG. O cálculo da MAG., foi efetuado com o uso da Eq. 1 para obtenção do valor final desse indicador.

$$MAG = INC + ESP + DUR \quad (1)$$

Onde:

INC: Incidência.

ESP: Espaço.

DUR: Duração.

Para o cálculo da IMP., foi aplicada a Eq. 2.

Desse modo, foram definidos valores para cada variável da importância de acordo com cada impacto ambiental.

$$IMP = SEV + FRQ + INT \quad (2)$$

Onde:

SEV: Severidade.

FRQ: Frequência.

INT: Intensidade.

Os valores adotados para magnitude e importância variaram entre -3 e 3 (Tabela 2).

$$SIG = MAG * IMP \quad (3)$$

Onde:

MAG: Magnitude

IMP: Importância

Tabela 2 - Valores aplicados para magnitude e importância, na Avaliação de Impacto Ambiental, Núcleo Cidade Nova. Marabá – PA.

	VARIÁVEIS	VALORES ADOTADOS
MAGNITUDE	Incidência	+1; -1; +2; -2
	Espaço	1; 2; 3
	Duração	2; 1
IMPORTÂNCIA	Severidade	3; 2; 1
	Frequência	3; 2; 1
	Intensidade	3; 2; 1

Fonte: Autores (2017).

Em seguida, adaptou-se o protocolo de Cruz, Celestino e Cabanêz (2013) para qualificar o grau de significância de cada indicador ambiental (Tabela 3).

Tabela 3 – Qualificação do Grau de Significância dos indicadores ambientais. Núcleo Cidade Nova. Marabá – PA.

GRAU DE SIGNIFICÂNCIA	
Baixo	0-25
Moderado	26-50
Alto	51-75
Muito alto	76-100

Fonte: autores (2017).

Os valores para r (Tabela 4) na Correlação de Pearson, foram obtidos a partir das variáveis dos indicadores ambientais quantificados e qualificados foram adaptados a partir da escala padronizada por Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010).

Tabela 4 – Valores e qualificação para o r entre os indicadores ambientais analisados. Núcleo Cidade Nova. Marabá - PA.

CORRELAÇÃO DE PEARSON	
Bem fraca	0,00 – 0,19
Fraca	0,20 – 0,39
Moderada	0,40 – 0,69
Forte	0,70 – 0,89
Muito forte	0,90 – 1,00

Fonte: autores (2017).

Quanto ao cálculo do índice de qualidade ambiental (IQA), obteve-se primeiramente a média dos indicadores e, por conseguinte, com a aplicação da Eq. 4, fez-se a somatória para encontrar os valores inerentes ao IQA.

$$IQA = SV + SB + QA + APP \quad (4)$$

Onde:

S.V.: Supressão Vegetal.

S.B.: Saneamento Básico

Q.A.: Qualidade do Ar.

APP: Área de Preservação Permanente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Supressão vegetal

Acerca dessa supressão, a análise dos dados obtidos indicou que essa ação impacta quatro variáveis diferentes (V1, V2, V3 e V4, descritos a seguir) mesmo em valores considerados baixos (29%).

V1 - Alteração da composição química do solo

Os dados obtidos (8%) indicaram que a supressão vegetal atua diretamente na alteração da composição química do solo, o que resultou em um valor da significância médio (18%), devido aos impactos diretos e indiretos que tal alteração causa. Pesquisa realizada na Califórnia - EUA, por Bruggen e Semenov (2000), indicou que a alteração química do solo pode comprometer as funções de sustentação da vida, ou seja, fixação de plantas e suprimento de nutrientes, retenção de água e condutividade, suporte de redes alimentares do solo e funções de regulação ambiental, como ciclagem de nutrientes, fonte de diversidade microbiana, remediação de poluentes.

V2 - Compactação do solo

Nessa variável, os dados analisados (8%), indicaram que o tráfego de veículos, processo erosivo por carreamento de partículas e os processos de urbanização, causam compactação e impactos ambientais (8%) como, por exemplo, diminuição da capacidade de infiltração do solo, com isso, o valor para a significância foi igual a 24%, sendo considerado moderado.

No estudo efetuado em Mato Grosso - MT, por Bonelli et al. (2011), em Santa Catarina - SC, por Mentges et al. (2011), e Rio Grande do Sul - RS, por Reichert et al. (2007), concluíram que a compactação do solo se intensificou com o processo de urbanização, principalmente pelo uso de máquinas cada vez maiores e mais pesadas, que aumentam a tração e, quando o solo é compactado, aumenta-se a resistência e a porosidade total é reduzida, contribuindo também para a impermeabilidade do mesmo.

Quanto à erosão, no estudo efetuado em Boa Vista - RR, por Lobato et al. (2009), os autores concluíram que o fator de maior contribuição para essa alteração é a erosão, por corresponder ao desprendimento, transporte e deposição de partículas de solo, podendo acarretar o empobrecimento do solo devido as ações intempéries.

V3 - Alteração do gradiente de temperatura

Em função dessa variável ambiental, os dados analisados indicaram valor igual a 6% na relação direta entre a alteração da temperatura e a supressão vegetal para urbanização. Por isso o valor da significância baixo foi igual a 12. Na pesquisa realizada em Ilha Solteira- SP, por Costa, Silva e Peres (2010), e em João Pessoa - PB, por Monteiro e Leder (2011), houve indicação de que as mudanças na superfície terrestre, por exemplo, a urbanização, tem como efeito, a substituição de superfícies naturais por edificações, ruas e avenidas, pois, a maioria

das construções absorvem e retém mais calor do sol do que materiais naturais.

V4 - Alteração da capacidade drenante

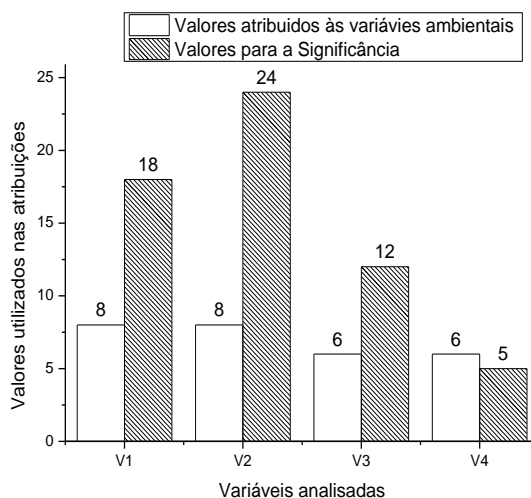
Quanto a isso, a análise dos dados indicou que o principal fator de alteração da capacidade de infiltração do solo, é em decorrência da retirada da cobertura vegetal do solo (6%). No núcleo Cidade Nova, a retirada da cobertura vegetal ocorreu em função da crescente urbanização nesse núcleo, pois houve a necessidade de pavimentação asfáltica e em concreto. Por isso, o valor da significância dessa variável foi igual a 5%, caracterizando uma significância baixa.

Os estudos efetuados no Paraná - PR por Schneider et al. (2011), e em Brasília - DF, por Tucci (2012), concluíram que a urbanização é um dos principais meios de poluição trazendo consigo vários tipos de sedimentos e, quando depositados, reduzem a capacidade drenante do solo.

Outro estudo realizado em Porto Alegre - RS por Castro; Nascimento e Torres (2015), esses autores concluíram que o processo de urbanização é o principal fator que contribui para a diminuição da capacidade drenante do solo.

Os dados obtidos para o grau de significância das quatro variáveis que compõem o indicador Supressão Vegetal - SV, indicaram valores entre 18 a 24 (Figura 2)

Figura 2 - Valores atribuídos aos quatro indicadores componentes da Supressão Vegetal e a obtidos para a Significância - SV. Marabá - PA.



Legendas: V1- Alteração da composição química do solo; V2: Compactação do solo; V3: Alteração no gradiente de temperatura; V4: Alteração da capacidade drenante.

Fonte: autores (2017).

Saneamento Básico

A análise dos dados obtidos para o saneamento básico indicou que há ocorrência de impactos ambientais nas quatro variáveis analisadas (utilização do corpo hídrico, alteração da qualidade da água, doenças de veicula hídrica e despejo de efluentes) em conjunto (19%).

Utilização do corpo hídrico

Para essa variável os dados obtidos indicaram que é real o uso dos corpos hídricos pela comunidade desse

núcleo (4%) para o abastecimento de água e que sabem da importância de se conservar tal recurso.

Pesquisa realizada em Fortaleza - CE por Souza et al. (2014), indicou que a qualidade da água é um aspecto indispensável, quando se trata dos seus principais usos, em especial, para fins como abastecimento humano. Este uso tem sofrido restrições significativas em função de prejuízos nos rios provenientes das ações naturais e antrópicas, as quais alteram os aspectos de qualidade e quantidade de água disponível para o uso humano, devido às atividades econômicas e falta de infraestrutura urbana.

Ademais, o estudo efetuado em Novo Hamburgo - RS por Nascimento e Naime (2009), concluiu que a escassez dos recursos hídricos projetado frente ao aumento da população e a crescente poluição doméstica ou industrial determinam a necessidade de monitoramento da qualidade das águas, com a finalidade de propor medidas que auxiliem na melhoria dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos, contribuindo para suprir a demanda de consumo e conservação do meio.

Alteração da qualidade da água

A análise dos dados obtidos, quanto à qualidade da água, indicou que a comunidade do Núcleo (4%) tem responsabilidades quanto à manutenção da a qualidade da água, pois, ela é como um fator primordial para o indicador saneamento básico. Em relação a significância, o valor obtido foi igual a 24%, tratando-se de uma significância baixa, em virtude da relação direta com o abastecimento de água para a população.

As pesquisas efetuadas em Puebla - PL, por escalada et al. (2016), e em Brasília - DF, por Moura, Boaventura e Pinelli (2010) indicaram que as influências estabelecidas sobre a qualidade da água, incluem o crescimento populacional, a urbanização e as mudanças no uso da terra. Assim, a avaliação da qualidade da água é de extrema importância no que se refere ao saneamento básico, pois, os rios são os principais fornecedores de água para a população, indústrias e agricultura, por isso, é conveniente identificar e prevenir as principais fontes de poluição, bem como obter dados para efetiva gestão.

Na pesquisa realizada na Bahia - BA por Oliveira, Campos e Medeiros (2010), os autores indicaram a questão da qualidade das águas, como de maior evidência com a sanção da Lei Federal n. 9.433:1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH onde, um dos fundamentos é a geração desses recursos, e proporcionar uso múltiplo, em consonância com objetivos que assegurem “à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”.

Doenças de veiculação hídrica

Os dados obtidos para esse item, indicaram valor igual a 6% de ocorrência de doenças como, por exemplo, diarreia em crianças. O grau de significância baixo para a variável de doenças de veiculação hídrica em relação ao indicador saneamento básico apresentou valor igual a 12%, devido estar diretamente ligada ao uso da água e possível contaminação pela ineficiência do sistema de saneamento básico.

A pesquisa realizada em Belém - PA por Siqueira, Aprile e Miguéis (2012), indicou que o crescimento

populacional aliado ao desenvolvimento urbano, tem ocorrido a diversificação dos usos da água na região amazônica, gerando um aumento do despejo de efluentes e resíduos sólidos e o desaparecimento das matas ciliares, produzindo condições ambientais inadequadas. Como resultado das atividades antrópicas, pode haver o surgimento de doenças de veiculação hídrica.

Em outra pesquisa realizada em Recife - PE por Porto et al. (2011), foi indicado que os coliformes tem sido o principal grupo de bactérias a ocasionar doenças através do consumo da água, devido os frequentes relatos de contaminação. Isso corrobora com o relato da Organização Mundial da Saúde - OMS, de que 80% de todas as doenças que acometem os países em desenvolvimento provêm de água de má qualidade. As doenças de veiculação hídrica, como febre tifoide, cólera, salmonelose, verminoses, amebíase e giardíase, são predominantemente resultantes do ciclo de contaminação fecal/oral.

Despejo de efluentes e contaminação dos corpos hídricos

A análise dos dados obtidos para esse item, indicou que 4% do despejo de efluentes brutos em corpos hídricos podem causar alterações nesse recurso natural. Em função disso, o valor da significância dessa variável, obteve valor de significância igual a 14%, em consequência do despejo tanto por vias domésticas ou industriais que ocorrem nesse Núcleo.

O estudo efetuado em Curitiba - PR por Nagalli e Nemes (2009), concluiu que o crescimento das cidades nas últimas décadas tem sido responsável pelo aumento da pressão das atividades antrópicas sobre os recursos naturais. A resposta dos corpos hídricos ao lançamento de despejos industriais e domésticos varia em função de suas características físicas, químicas e biológicas e da natureza das substâncias lançadas.

Em pesquisa realizada na cidade de Florianópolis - SC, por Victorette e Brentano (2010), indicou que, no caso de impactos antrópicos, o despejo de efluentes domésticos em rios aumenta a concentração de matéria orgânica e de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) nos ecossistemas aquáticos, onde a degradação desses compostos pela microbiota levará a um aumento da Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, e ocasionará um déficit na concentração de Oxigênio Dissolvido - OD, na água. Como consequência, esse déficit poderá resultar na morte de organismos aquáticos como, por exemplo, peixes e macroinvertebrados.

Tabela 05 - Valores obtidos para o grau de Significância do indicador S.B. Marabá - PA.

SANEAMENTO BÁSICO				
VARIÁVEIS	05	06	07	08
SIGNIFICÂNCIA	45	24	12	14

Legendas: 05-Utilização do corpo hídrico; 06 - Alteração da qualidade da água; 07- Doenças de veiculação hídrica; 08 - Despejo de efluentes.

Fonte: Autores (2017).

Qualidade do Ar

Para a qualidade do ar, os dados analisados indicaram valor igual a 21%, portanto, significância baixo.

Isso em função do processo de urbanização, especificamente a elevação no tráfego de veículos e do produto liberado pela queima de combustíveis utilizados pelos mesmos. Todavia, a presença arbórea pode estas absorvendo o dióxido de carbono (CO₂) liberado pela queima da combustão motora. Após a análise das quatro variáveis, obteve-se os valores para os respectivos graus de significância (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores obtidos para o grau de Significância do indicador Q.A. Marabá - PA.

QUALIDADE DO AR			
VARIÁVEIS	09	10	11
SIGNIFICÂNCIA	45	12	12

Legendas: 09 - Tráfego de veículos; 10 - Aumento de doenças respiratórias; 11 - Adensamento da massa de poluentes.

Fonte: autores (2017).

Tráfego de veículos

A análise dos dados obtidos, indicou valor igual que 6% para a variável de tráfego de veículos, e que a queima de combustível é a principal causa da poluição do ar. Devido ao núcleo estudado ser uma área de intensa atividade comercial e circulação de pessoas, a significância para esta variável foi de 45%, sendo considerado como grau de significância alto.

Na pesquisa efetuada em São Paulo - SP, por Habermann e Golveia (2012) afirmou que a poluição atmosférica é basicamente originada do tráfego veicular e as concentrações são mais altas próximas a vias com grande movimento de veículo e decrescem com seu distanciamento.

No estudo realizado em Porto Alegre - RS por Teixeira, Feltes e Santana (2008), concluiu-se que as substâncias tóxicas quando em contato com o sistema respiratório, podem ter os mais diversos efeitos negativos sobre a saúde. Essas emissões são compostas de gases como: óxidos de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO), hidrocarbonetos (C_nH_{2n}), óxidos de enxofre (SO), partículas inaláveis, entre outras substâncias; sendo alguns considerados cancerígenos.

Além disso, na pesquisa efetuada em Campinas-SP por Ueda e Tomaz (2011), relatou a diferença entre os veículos pesados (ônibus e caminhões), os quais são responsáveis pela maior fração das emissões de óxidos de nitrogênio em relação aos veículos leves (automotores de passeio e de uso misto), frota de veículos comerciais e as motocicletas, que são movidos à gasolina e a álcool, e são os principais emissores de monóxido de carbono e hidrocarbonetos.

Aumento de doenças respiratórias

Para esta variável, os dados obtidos indicaram 8% na ocorrência de maior número de doentes por doenças respiratórias é devido a alteração da qualidade do ar por processos antrópicos.

Os estudos realizados em Divinópolis - MG por Bueno et al. (2010), e em São Paulo - SP por Moura et al. (2008), concluíram que o aumento de doenças respiratórias em crianças, a partir da avaliação e associação entre o número de internações hospitalares por problemas

respiratórios e a concentração de material particulado em suspensão no ar, os autores concluíram que há uma relação direta entre a alteração da qualidade do ar.

Ademais, no estudo realizado em Alta Floresta - MT por Carmo et al. (2010), os autores afirmaram que a exposição ao material particulado fino oriundo de fumaça das queimadas está associada ao aumento da demanda por atendimento ambulatorial por doenças respiratórias residentes na região do arco do desmatamento na Amazônia brasileira. Os autores também consideraram que o atendimento ambulatorial tem elevada frequência em áreas remotas ou rurais da Amazônia, indicando a magnitude dos impactos negativos das doenças respiratórias na qualidade de vida das pessoas e de consequências econômicas como as faltas na escola e no trabalho.

Sob o mesmo ponto de vista, na pesquisa efetuada no Rio de Janeiro-RJ por Patrício et al. (2011), abordaram o fato de que ainda há pouco conhecimento acerca dos mecanismos pelos quais a poluição ambiental interfere na saúde humana e julga de fundamental importância a realização de estudos epidemiológicos que enfoquem esta questão. Além disso, aborda a necessidade de desenvolver trabalhos transdisciplinares com profissionais das mais variadas formações, considerando os diversos efeitos desses poluentes.

Adensamento da massa de poluentes

Os dados obtidos e analisados indicaram a ocorrência de 6% do adensamento da massa de poluentes, os quais evidenciam os impactos no ar em decorrência das atividades econômicas. Devido ocorrer no núcleo estudado grande deslocamento de veículos automotores (grande e pequeno porte), além de atividades de queima, a significância para esta variável foi de 12% (grau baixo).

No estudo realizado em Campinas-SP por Moreira; Tirabassi e Moraes (2008), os autores concluíram que os modelos matemáticos de dispersão de poluentes na atmosfera são de extrema importância por se tratar de um instrumento técnico indispensável para o controle da poluição atmosférica em escala local e regional.

Em contrapartida, a pesquisa efetuada em Santa Maria - RS, por Drumm et al. (2014), indicou que a qualidade do ar possui um limite máximo para concentração de um componente atmosférico, esses padrões são baseados em estudos científicos verificando os efeitos produzidos por poluentes específicos são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada, esses limites são importantes, pois, se ultrapassados podem gerar um adensamento da massa de poluentes, o que torna-se extremamente prejudicial à saúde humana.

Em consonância a isso, na pesquisa realizada em São Paulo- SP no Parque do Ibirapuera feita por Almança et al. (2011), os autores constataram que, para uma concretização dos fatos, deve-se considerar a legislação existente sobre o assunto, que depois de consultada, foi comparada com a realidade em que vivemos, trazendo os conflitos e avanços que trouxe para o controle da poluição.

Área de preservação permanente – APP.

Para Área de Preservação Permanente, a análise dos dados obtidos indicou valor igual a 17%, devido ao incremento da urbanização no Núcleo Nova Marabá que

causou perda de habitat, e possível afugentamento de espécies, especificamente em APP's. Tais impactos são de grande abrangência. Isso causa instabilidade ecológica. Nesse contexto, o grau de significância elevou-se (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores obtidos para o grau de Significância do indicador APP.

ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	VARIÁVEIS SIGNIFICÂNCIA		
	12	13	14
	18	24	12

Legendas: 12 - Ocupação irregular do solo; 13 - Instabilidade ecológica; 14 - Desequilíbrio climático intra-urbano.

Fonte: autores (2017).

A análise do valor para r , efetuada entre APP e supressão vegetal indicou um valor igual a 0,98, logo, uma forte correlação que mostra a dependência do equilíbrio ambiental quanto a essa correlação porque a supressão vegetal em áreas de APP proporciona inúmeros impactos ambientais sobre os recursos naturais como, por exemplo água e solo.

Do mesmo modo, com relação ao indicador APP e supressão vegetal - S.V, obteve-se o maior valor ($r = 0,98$), por isso, conclui-se que estes apresentam uma correlação muito forte no que se refere aos impactos ocasionados no meio. Ademais, percebe-se que a retirada da vegetação de áreas protegidas para impulsionar o processo de urbanização, contribui para a ocorrência de inúmeros impactos sobre os recursos ambientais.

Ocupação irregular do solo

Para variável ocupação irregular do solo, os dados obtidos indicaram 6% de impactos ocasionados pelo uso do solo próximo a APP. O núcleo estudado possui bairros nas margens das áreas de preservação, o que entra em discordância com a legislação vigente, em virtude disso, a significância para essa variável foi igual a 18%.

As Áreas de Preservação Permanente – APPs, são amparadas pela Lei 12.651:2012, que trata do novo Código Florestal Brasileiro - CFB. É por ela assegurada a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos, do patrimônio genético da fauna e flora, da biodiversidade e o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

No entanto, o estudo realizado em São Paulo - SP, por Alvim; Kato e Rosim (2015), relatou que a ocupação irregular ocorre em APPs urbanas em virtude da deficiência na criação e/ou efetividade de políticas públicas municipais eficientes em fiscalizar e/ou regular a expansão urbana em áreas consagradas como áreas de APP.

Apesar de o Brasil conta hoje com uma vasta estrutura legal em termos de política urbana e ambiental, contudo ainda há as falhas em ações de planejamento e gestão ambiental de áreas protegidas. O que entra em consonância com o resultado da pesquisa realizada em Marabá.

Nesse sentido, na pesquisa realizada em Jundiáí-SP, Freitas et al. (2013) os autores afirmaram que áreas ocupadas em detrimento de necessidades habitacionais e econômicas, reduziram a qualidade da água em uma bacia hidrográfica do Rio Jundiáí-Mirim.

Já o estudo realizado em Juíz de Fora - MG, por Alves e Ferreira (2016) mostrou que a presença antrópica descaracterizou trechos superior, médio e inferior de uma bacia hidrográfica. Afirmam ainda que a retirada da cobertura vegetal aumenta a dinâmica geomorfológica, causando elevação de processos erosivos, aumento da vazão de rios e alagamentos em trechos médio e inferior.

Instabilidade ecológica

A análise dos dados obtidos indicou valor igual a 4% para a variável instabilidade ecológica, isso em face da ocupação de matas ciliares e os impactos que isso pode ocasionar no ecossistema. Devido a ocorrência de supressão vegetal para alocar as moradias e abrir vias de acesso, no Núcleo Nova Marabá, o grau de significância para esta variável foi de 24%, grau de significância baixo, fatos esses que vem ocasionando a perda de habitat, deslocamento de espécies e barreiras ecológicas.

Milanezi e Pereira (2016), realizaram estudos sobre isso, na cidade de Ivinhema – MS, e concluíram que a capacidade adaptativa é compreendida como a existência de ações sociais, econômicas e ambientais que permitem à sociedade melhor se adaptar às possíveis mudanças ambientais.

Todavia, o termo “capacidade adaptativa” também é utilizado para denotar a resiliência de um ecossistema, ou sua capacidade de manter a estabilidade ecológica frente a pressões externas. Ou seja, a instabilidade ecológica irá se tratar da ausência da capacidade em alcançar um determinado equilíbrio no meio.

Na pesquisa realizada em Viçosa – MG por Almeida et al. (2016), esses autores indicaram o avanço da urbanização como responsável pela fuga da fauna e a decorrente fragmentação do ecossistema e das paisagens naturais. Portanto, a importância da mata ciliar é reconhecida pela capacidade de manutenção de ecossistemas aquáticos, também na sua atuação na capacidade de infiltração da água no solo, no abastecimento do lençol freático, na manutenção da qualidade da água ao dificultar o escoamento superficial de partículas que possam causar sedimentação e assoreamento. Além disso, mantêm a estabilidade térmica das águas.

Desequilíbrio climático intra-urbano

Os dados obtidos para a variável desequilíbrio climático intra-urbano indicaram valor equivalente a 6% para as alterações climáticas que estão diretamente ligadas a retirada da vegetação via atividades antrópicas. Devido à falta de arborização do local estudado e consequente desequilíbrio climático no núcleo objeto dessa pesquisa, o grau de significância para esta variável foi igual a 12%, ou seja, grau baixo.

Na pesquisa realizada em Teodoro Sampaio – SP por Viana e Amorim (2008), esses autores indicaram que o clima urbano é específico para cada ambiente urbanizado, e este consiste na modificação dos elementos climáticos, como a temperatura, a umidade relativa e a direção dos ventos. Este pode ser entendido como um sistema complexo, aberto, adaptativo que, ao receber energia do ambiente maior no qual se insere, transforma-o substancialmente, a ponto de gerar uma produção exportada ao ambiente.

Em outro estudo, agora em Porto Alegre - RS por Faria e Mendes (2004), dos autores concluíram que as variáveis do clima urbano influenciam não somente os espaços urbanos abertos, mas também interagem diretamente com as envoltórias das edificações urbanas. Além disso, sabe-se também do grande impacto que o ambiente urbano causa no clima local, conformando, por sua vez, microclimas intraurbanos.

Esses autores afirmam também que, de forma simplificada, eles podem ser divididos em dois tipos de abordagem: conceitual, a partir de modelos de balanço de energia, e paramétrica, a partir do estabelecimento de correlações entre a temperatura do ar e as condições de uso e ocupação do solo observadas em levantamentos.

ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL – IQA

Os dados obtidos e analisados, em função do grau de significâncias calculados, permitiram, com a aplicação da Equação 4, a obtenção do Índice de Qualidade Ambiental – IQA.

$$IQA = SV + SB + QA + APP \quad (4)$$

$$IQA = 15 + 24 + 23 + 18 = 80\%$$

A análise dos dados indicou que houve uma variação entre 54 e 95, correspondente ao total da significância de cada indicador (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores obtidos para significância de cada variável e indicador ambiental. Núcleo Cidade Nova. Marabá – PA.

INDICADORES	VARIÁVEL	SIGNIFICÂNCIA (%)	TOTAL SIGNIFICÂNCIA (%)
SUPRESSÃO VEGETAL SV	01	18	59
	02	24	
	03	12	
	04	05	
SANEAMENTO BÁSICO SB	05	45	95
	06	24	
	07	12	
QUALIDADE AMBIENTAL QA	08	14	69
	09	45	
	10	12	
ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL APP	11	12	54
	12	18	
	13	24	
	14	12	

Com relação ao IQA, cujo valor médio é igual a 80% no núcleo Cidade Nova, esse valor corresponde a uma qualidade “boa”. A pesquisa realizada em Cuiabá – MT, na bacia do ribeirão do Lipa, por Dias; Gomes e Alkmim (2011), indicou um valor médio para o IQA, igual a 78%, e qualitativamente classificado como “bom”. Na pesquisa realizada em Marabá, no Núcleo Cidade Nova, o valor médio foi 2% inferior aquele obtido em MT, mas, a estatística descritiva trabalha com variações para mais/menos com valor igual a 2%. Logo, a classificação foi similar à que foi adotada na Bacia do Lipa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido aos impactos citados anteriormente buscou-se medidas mitigatórias para se buscar uma melhor qualidade ambiental, tais como:

Sensibilizar a população através de propagandas televisiva e em rádios, para que os veículos utilizados na locomoção tenham manutenção contínua, evitando assim emissões abusivas de gases.

Elaboração do plano de arborização para contribuição no conforto ambiental e evitar a radiação solar direta, contribuindo assim para a diminuição da temperatura do ar provocada através da evapotranspiração.

As atividades de supressão vegetal e limpeza de terreno deverão se concentrar nos períodos mais secos. Tal procedimento tem como orientação a proteção de linhas de drenagens naturais e de áreas suscetíveis a processos erosivos e ainda a proteção da fauna. Deverão ser implantados dispositivos provisórios de controle de erosão. Em hipótese alguma se deve proceder à queima do material vegetal gerado, por ser de extremo perigo a vegetação circundante.

Indica-se a delimitação física das áreas constantes nas autorizações para desmatamento, evitando assim supressão desnecessária de vegetação e/ou soterramento de outras áreas e comprometimento de corpos de água. Esta delimitação poderá ser feita por meio de estaqueamento, fitas de sinalização ou similares. Além disso, deve-se suprimir apenas a vegetação estritamente necessária para implantação do empreendimento.

Orienta-se não queimar o material vegetal gerado, por constituir extremo perigo à fauna e flora da região. A supressão vegetal deverá ser planejada e executada de forma conduzir a fauna para áreas vizinhas não habitadas.

Em contrapartida, a pesquisa realizada em Santa Maria - RS por Pedrom et al. (2004), evidencia a importância do estudo do solo no processo de urbanização, devendo se considerar a aptidão de seu uso.

Ainda assim, devido à falta de planejamento ao recurso solo, têm-se as alterações morfológicas, a compactação, a erosão e contaminação por substâncias tóxicas, o que contribui para a alteração da qualidade do mesmo.

CONCLUSÃO

Portanto, apesar dos impactos analisados, o núcleo Cidade Nova possui um alto índice de qualidade ambiental (80%), por se localizar no centro urbano da cidade de Marabá e possuir uma oferta de infraestrutura. Entretanto, percebe-se a ocorrência de ações que vão contra a legislação ambiental, acarretando os impactos mencionados.

Com isso, evidencia-se que o uso e manejo inadequados dos recursos e a falta de ações conservacionistas implicam em perdas significativas, de solo, matéria orgânica, nutrientes, biodiversidade, perdas com enchentes, prejudicando a qualidade do meio ambiente e de vida da população. Em virtude disso, se propôs medidas mitigatórias a serem realizadas no núcleo para se obter maior bem-estar a população e consequente conservação.

REFERÊNCIAS

ALMANÇA, N. C. V. et al. Poluição atmosférica – Análise sobre as medidas de controle da poluição atmosférica e o sistema de informação do Parque Ibirapuera. **Revista de Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, São Paulo, n. 2, p. 87-100, 2010.

ALMEIDA, J. J. Os riscos naturais e a história: o caso das enchentes em Marabá (PA). **Revista Tempos Históricos**. Cascavel- PR, v. 15, p. 187- 205, 2012.

ALMEIDA, J. R. Avaliação de impacto ambiental em uma mata ciliar na cidade de Manaus. **Revista Internacional de Ciências – RIC**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1 – 16, jan/jun.2011.

ALMEIDA, L. T.; MONTEIRO, L. I. B.; SILVA, F. B.; CORRÊDO, L. P.; CESCINETTO, L. B. Locação de corredores ecológicos e área de preservação permanente na Universidade Federal de Viçosa. **Revista Nativa Sinop**, v.4, n.6, p. 412-418, 2016.

ALVIM, A. T.; KATO, V. R. C.; ROSIN, J. R. G. A urgência das águas: intervenções urbanas em áreas de mananciais. **Caderno Metrôpole**, São Paulo, v.17, n.33, p.88 -107, 2015.

ALVES, G. M. R.; FERREIRA, M. F. M. Uso do Solo em Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Córrego do Pântano, Município de Alfenas-Mg. **Revista de Geografia**, Juiz de Fora- MG, v. 6, n. 4, p.329-337, 2016.

ANDRADE, E.M.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; DISNEY, W.; ALVES, A. B. Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada. **Engenharia Agrícola**, Fortaleza-CE, v.27, n.3, p.683-690, 2007.

ARAÚJO, G. F. R.; TONANI, K. A. A.; JULIÃO, F. C.; CARDOSO, O. O.; ALVES, R. I. S.; RAGAZZI, M. F.; SAMPAIO, C. F.; MUNOZ, S. I. S. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 98-104, 2011.

AUMOND, J. J.; LOCH, C.; COMIN, J. J. Abordagem sistêmica e o uso de modelos para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1099-1118, 2012.

AYRES, M. BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Ong Mamiraua. Belém, PA. 2007.

BIBAS, L.; CARDOSO, A. C.; CÂNDIDO, L. Da fronteira aos potenciais: revelando possíveis trajetórias

- para os espaços públicos da cidade de Marabá. **Congresso Internacional Espaços Públicos**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 122-135, 2015.
- BONELLI, E. A. SILVA, E. M. B.; CABRAL, C. E. A.; CAMPOS, J. J.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; POLIZEL, A. C. Compactação do solo: Efeitos nas características produtivas e morfológicas dos capins Piatã e Mombaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Cuiabá-MT, v. 15, n. 3, p. 264-269, 2011.
- BRASIL, Lei n. 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 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 nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
- BRUGGEN, A. H. C.; SEMENOV, A. M. In search of biological indicators for soil health and disease suppression. **Elsevier**, Califórnia- USA, v. 15, p. 13-24, 2000.
- BUENO; F. F.; FONSECA, A. R.; BRAGA, F. A.; MIRANDA, P. S. C. Qualidade do ar e internações por doenças respiratórias em crianças no município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais. **Revista Acta Scientiarum**, Maringá- MG, v. 32, n. 2, p. 185-189, 2010.
- CARMO, C. N.; HACON, S.; LONGO, K. M.; FREITAS, S.; IGNOTTI, E.; LEON, A. P.; ARTAXO, P. Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira. **Revista Panam Salud Publica**, São Paulo-SP, v. 27, n. 1, p. 10-16, 2010.
- CASTRO, T. O.; NASCIMENTO, B. F. O.; TORRES, F. S. Inundações urbanas na cidade de vitória da conquista, estado da Bahia. **Congresso brasileiro de Gestão Ambiental**, 2015.
- COSTA, D. F.; SILVA, H. R.; PERES, L. F.; Identificação de ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira - SP através da utilização de geotecnologias. **Revista Engenharia Agrícola**, São Paulo - SP, v.30, n.5, p.974 – 985, 2010.
- CORRÊA, V. M. S.; CARMO, R. L. Impactos socioambientais e demográficos do processo de ocupação da atividade mineradora na região sudeste do Pará nos Censos Demográficos de 1970 a 2000. **Governo do Estado do Pará**, Marabá-PA, 2010.
- CRUZ, E. A.; CELESTINO, R. C.; CABANÊS, P. A. Análise da significância de impactos pela extração de areia no leito do Rio Braço Norte Esquerdo no município de Alegre - ES. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia-GO, v. 9, n. 16, p. 114-124, 2013.
- DIAS, F. A.; GOMES, L. A.; ALKMIM, J. K. Avaliação da qualidade ambiental urbana da Bacia do Ribeirão do Lipa através de indicadores, Cuiabá/MT. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia- MG, v. 23, n. 1, p. 127-147, 2011.
- DRUMM, F. C. et al. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Digital**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 66-78, 2014.
- FAGNANI, K. C. et al. Diagnóstico de uma usina de asfalto visando a implantação de um sistema de gestão ambiental com base na norma ABNT NBR ISSO 14001. **Estudos tecnológicos**. Toledo- PR, v. 5, n. 2, p. 212-226, 2009.
- FARIA, J. R. G.; MENDES, J. F. G. Sobre o uso ocupação do solo urbano e a temperatura do ar. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre- RS, v. 4, n. 3, p. 7-17, 2014.
- FREITAS, E. P.; MORAES, J. F. L.; FILHO, A. P.; STORINO, M. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Revista Bras Eng Agric Ambiental**, Campina Grande-PB, v.17, n.4, p.443-449, 2013.
- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (*r*). **Revista Política Hoje**, Pernambuco-PE, v.18, n.1, p. 115-146, 2009.
- GIL., A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. **Editores Atlas S.A**, 6ed., São Paulo, 2008.
- HABERMANN, M.; GOUVEIA, N. Tráfego veicular e mortalidade por doenças do aparelho circulatório em homens adultos. **Revista Saúde Pública**, São Paulo- SP, v. 46, n. 1, p. 26-33, 2012.
- LOBATO, F. A. O.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; SANTOS, J. C. N.; LOPES, J. F. B. Perdas de solo e nutrientes em áreas de Caatinga decorrentes de diferentes alturas pluviométricas. **Revista Agro Ambiente**, Boa Vista-RR, v. 3, n. 2, p. 65-71, 2009.
- MENTGES, M. I.; REICHERT, J. M.; ROSA, D. P.; VIEIRA, D. A.; ROSA, V. T.; REINERT, D. J. Propriedades físico-hídricas do solo e demanda energética de haste escarificadora em Argissolo compactado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 3, p. 315-321, 2011.
- MILANEZI, C. H. S.; PEREIRA, J. G. Caracterização da Vulnerabilidade Ambiental na Microbacia Do Córrego Azul, Ivinhema – MS. **Revista Geografia Londrina**, Ivinhema-MS, v. 25, n. 1, p.43-63, 2016.
- MONTEIRO, J. R. V.; LEDER, S. M. A aplicação da Termografia como ferramenta de investigação térmica no espaço urbano. **Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória- ES**, 2011.
- MONTEIRO, F. F.; SILVEIRA, A. L. R. C. Análise das Mudanças de Uso do Solo e Impactos Climáticos: Estudo de Caso no Bairro Dirceu Arcoverde em Teresina-PI. **Revista Equador**, Teresina-PI, v. 2, n. 1, p. 42-57, 2013.
- MOREIRA, D. M.; TIRABASSI, T.; MORAES, M. R. Meteorologia e poluição atmosférica. **Revista Ambiente e Sociedade**, Campinas-SP, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2008.
- MOURA, L. H. A.; BOAVENTURA, G. R.; PINELLI, M. P. A qualidade de água como indicador de uso e ocupação

- do solo: Bacia do Gama – Distrito Federal. **Revista Química Nova**, Brasília- DF, v. 33, n. 1, p. 97-103, 2010.
- MOURA, M.; JUNGER, W. L.; MENDONÇA, G. A. S.; LEON, A. P. Qualidade do ar e transtornos respiratórios agudos em crianças. **Revista Saúde Pública**, São Paulo-SP, v. 42, n. 3, 2008.
- NAGALLI, A.; NEMES, P. D. Estudo da Qualidade de Água de Corpo Receptor de Efluentes Líquidos Industriais e Domésticos. **Revista Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba-PR, v. 7, n. 2, p. 131-144, 2009.
- NASCIMENTO, C. A.; NAIME, R. Panorama do uso, distribuição e contaminação das águas superficiais no Arroio Pampa na bacia do Rio dos Sinos. **Estudos Tecnológicos**, Novo Hamburgo - RS, v. 5, n. 1, p. 101-120, 2009.
- OLIVEIRAA, A. A.; BURSZTYNB, M. Avaliação de impacto ambiental de políticas públicas. **Revista Interações**, Brasília-DF, v. 2, n. 3, p. 45-56, 2016.
- OLIVEIRA, C. N.; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: Bacia hidrográfica do Rio Salitre. **Revista Química Nova**, Bahia- BA, v. 33, n. 5, p. 1059-1066, 2010.
- PATRICIO, K. P.; OLIVEIRA, T. S.; RIBEIRO, J. T. R.; MEDEIROS, T. M.; CRUVINEL, M. C. F. P.; MIGUEL, M. M.; POGETTO, M. R. B. D.; BLASQUE, W. P. Meio Ambiente e Saúde no Programa PET- Saúde: interfaces na atenção básica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Poços de Caldas- MG, n. 3, p. 341-349, 2011.
- PEDRON, F. A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; KAMINSKI, J. Solos urbanos. **Ciência Rural**, Santa Maria – RS, v. 34, n. 5, p. 1647-1653, 2014.
- PENEREIRO, J. L.; FERREIRA, D. H. L. A modelagem matemática aplicada às questões ambientais: uma abordagem didática no estudo da precipitação pluviométrica e da vazão de rios. **Revista Millenium**, Coimbra, n. 42, p. 27 – 47, 2012.
- PORTO, M. A. L., OLIVEIRA, A. M.; FAI, E. C.; STAMFORD, T. L. M. Coliformes em água de abastecimento de lojas fast-food da Região Metropolitana de Recife (PE, Brasil). **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro- RJ, v. 16, n. 5, p. 2653-2658, 2011.
- POTRICH, A. L.; TEIXEIRA, C. E.; FINOTTI, A. R. Avaliação de impactos ambientais como ferramenta de gestão ambiental aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria automotiva. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, Caxias do Sul-RS, v. 3, n. 3, 2007, p. 162-175.
- REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Revista Tópicos em ciência do solo**, v. 5, p. 49-134, 2007.
- RODRIGUES, J. P. Modelagem matemática da dispersão aplicada à definição de locais para o monitoramento da qualidade do ar. 2013. 74 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Processos Ambientais). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2013.
- SCHNEIDER, R.M.; FREIRE, R. COSSICH, E. S.; SOARES, P. F.; FREITAS, F. H.; TAVARES, C. R. G. Estudo da influência do uso e ocupação de solo na qualidade da água de dois córregos da Bacia hidrográfica do rio Pirapora **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá-PR, v. 33, n. 3, p. 295-303, 2011.
- SILVA, D. F.; GALVÊNCIO, J. D.; ALMEIDA, H. R. R. C. Variabilidade da Qualidade de Água na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e Atividades Antrópicas Relacionadas. **Qualitas Revista Eletrônica**, Campina Grande – PB, v. 9, n. 3, 2010.
- SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUÉIS, A. M. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará- Brasil). **Acta Amazônica**, Parauapebas- PA, v. 3, n. 42, p. 413-422, 2012.
- SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA; S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodepa**, Fortaleza- CE, v. 8, n.1, p. 26-45, 2014.
- TEIXEIRA, E. C.; FELTES, S.; SANTANA, E. R. R. Estudo das emissões de fontes móveis na região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande Do Sul. **Química Nova**, Porto Alegre- RS, v. 31, p. 244, 2008.
- TUCCI, C. Gestão da drenagem urbana/Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, p.19, 2012.
- UEDA, A. C.; TOMAZ, E. Inventário de Emissão de Fontes Veiculares da Região Metropolitana De Campinas, São Paulo. **Química Nova**, Campinas-SP, v. 34, n. 9, 2011.
- VIANA, S. S. M.; AMORIM, M. C. C. T. Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP: Uma Introdução. **Sociedade e Natureza**, Teodoro Sampaio-SP, v. 2, n. 20, p. 19-42, 2008.
- VICTORETTE, T. W. D. B.; BRENTANO, D. M. Qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio Ratonés, Florianópolis/SC, nas estações de primavera e verão. **Cadernos de Publicações Acadêmicas**, Florianópolis-SC, v. 2, n. 1, 2010.
- VAEZA, R.F.; OLIVEIRA, P. C. F.; MAIA, A. G.; DISPERATI, A. A. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Revista Floresta e Ambiente**, Natal-RN, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2010.