

LEVANTAMENTO DOS RISCOS DE IMPACTOS AMBIENTAIS PELO DESPEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA BACIA DO RIO VERMELHO EM GOIÁS COM APOIO DE DRONES

Joelson de Souza Passos¹
Vinicius Vieira Mesquita²
Pedro Francisco Notisso³
Regina Apolinária Nogueira⁴

Resumo

A qualidade da água está relacionada aos fenômenos naturais e às ações antrópicas, influenciada pelo uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Devido à alta produção e o manejo inadequado dos resíduos sólidos a Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) foi criada, a fim de reduzir os impactos socioeconômicos e ambientais decorrentes deste. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi identificar os riscos de impactos ambientais pela presença de disposição final de resíduos sólidos na Bacia do Rio Vermelho, com estudo de caso no lixão do município de Goiás. Constatou-se impactos negativos no meio físico e no meio antrópico, causados pelos lixões na bacia. Foi observado que a Bacia do Rio Vermelho está em área frágil, altamente susceptível a contaminação pelos lixões. São necessários o planejamento e a tomada de ações imediatas, a fim de extinguir o lixão e criar um aterro sanitário, para reduzir os impactos ambientais.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica; Rio Vermelho; uso do solo; resíduos sólidos; impactos ambientais.

THE ENVIRONMENTAL IMPACT RISK ASSESSMENT FOR THE DISPOSAL OF SOLID WASTE IN THE RIO VERMELHO WATERSHED IN GOIÁS WITH THE SUPPORT OF DRONES

Abstract

¹ Doutorando no Programa de Pós Graduação em Geografia na Universidade Federal de Goiás. Mestre em Geografia na área de concentração: Ambiente e Desenvolvimento Regional. Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso Técnico em Agrimensura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Email: joelson3000@gmail.com

² Doutorando em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás. Mestre em Ciências Ambientais e Bacharel em Geografia.

³ Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás. Geógrafo pela Universidade Eduardo Mondlane (Moçambique).

⁴ Mestranda no curso de Engenharia Química na área de Processos, pela Universidade Federal de Goiás. Especialista em Gestão e Química do Meio Ambiente e Bacharel em Química Industrial pela Universidade Estadual de Goiás.

The water quality is related to natural phenomena and anthropic actions, influenced by land use and occupation in the watershed. Due to the high production and inadequate management of solid waste, the Law 12.305/2010 (National Policy on Solid Waste) was created in order to reduce the socioeconomic and environmental impacts arising from it. In this context, the objective of this research was to identify the risks of environmental impacts due to the presence of final disposal of solid waste in the Rio Vermelho Basin, with a case study in the dump of the city of Goiás. It was found negative impacts on the physical and anthropic environment caused by the dumps in the basin. In addition, it was observed that the Rio Vermelho Basin is in a fragile area, highly susceptible to contamination by dumps. Immediate planning and action is required to extinguish the dump and create a landfill to reduce environmental impacts.

Keywords: Watershed; Rio Vermelho; land use; solid waste; environmental impacts.

LEVANTAMIENTO DE LOS RIESGOS DE IMPACTOS AMBIENTALES POR EL DESPEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA DEL RIO VERMELHO EN GOIÁS CON EL APOYO DE DRONES

Resumen

La calidad del agua está relacionada con fenómenos naturales y acciones antrópicas, influenciadas por el uso de la tierra y la ocupación en la cuenca. Debido a la alta producción y la gestión inadecuada de los residuos sólidos, se creó la Ley 12.305/2010 (Política nacional sobre residuos sólidos) con el fin de reducir los impactos socioeconómicos y ambientales derivados de ellos. En este contexto, el objetivo de esta investigación fue identificar los riesgos de los impactos ambientales debido a la presencia de disposición final de residuos sólidos en la cuenca del río Vermelho, con un estudio de caso en el vertedero de la ciudad de Goiás. Se encontraron impactos negativos en el ambiente físico y antrópico causados por los vertederos en la cuenca. Se observó, también, que la cuenca del río Vermelho se encuentra en un área frágil, altamente susceptible a la contaminación por vertederos. Se requiere una planificación y acción inmediata para extinguir el vertedero y crear un relleno sanitario para reducir los impactos ambientales.

Palabras-clave: Cuenca hidrográfica; Río Vermelho; uso del suelo; residuos sólidos; impactos ambientales.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da ação do homem. Ela é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2011). Importante mensurar que o uso e a ocupação do solo alteram sensivelmente

os processos físico-químicos e biológicos dos sistemas naturais, assim, os mananciais de superfície são integradores dos fenômenos ocorrentes sobre a área de uma bacia hidrográfica.

A Lei 12.305/2010, sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que instaurou diretrizes para a gestão e gerenciamento desses resíduos, criou metas importantes para a extinção dos lixões e propôs instrumentos de planejamento para todos os níveis regionais. Entretanto, foram poucas as adequações com resultados efetivos. Estudos recentes de Vieira (2017) e Pinheiro (2017), informam que no Brasil a deposição final dos resíduos a céu aberto em lixões constitui o destino final dos resíduos sólidos em 50,8% dos municípios brasileiros.

Aproximadamente 15 mil toneladas de lixo urbano são produzidas diariamente na região Centro-Oeste, destes, em torno de oito mil toneladas são produzidas no estado de Goiás. Dos 246 municípios goianos apenas 16 deles possuem licença para operar com aterro sanitário. Os demais são considerados irregulares, sem o controle do órgão ambiental estadual, o que potencializa seu poder de degradação (SECIMA, 2017, p. 34).

Em decorrência desse levantamento, percebe-se uma necessidade ambiental, mesmo social em levantar informações sobre o lançamento de resíduos sólidos em locais inapropriados, devido aos impactos gerados por esse tipo de atividade, já que existe um prazo para que os municípios encerrem as atividades em seus lixões, substituindo-os por aterros controlados e/ou sanitários, como meta do Programa Goiás Sem Lixão.

De acordo com a Lei 12.305/2010, a gestão dos resíduos deve ser priorizada em: não geração, redução, reutilização, reciclagem dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Ainda, determina que o poder público, privado e a sociedade tem responsabilidade compartilhada na minimização dos resíduos sólidos gerados, assim como os rejeitos e a redução dos impactos negativos que prejudicam a qualidade ambiental e a saúde pública.

Os resíduos sólidos urbanos são classificados segundo a NBR-10004/2004 como “não perigosos” por não possuírem características patogênicas, inflamáveis, corrosivas, tóxicas e radioativas. Todavia, quando ocorre o descarte em local inadequado pode contaminar o solo, o ar, os cursos d’água e o lençol freático e ainda atrair vetores transmissores de doenças, causando danos ao meio ambiente e se tornando um risco a saúde da população.

A destinação final dos resíduos sólidos urbanos está sob responsabilidade dos municípios e das prefeituras, com exceção do próprio gerador que deverá dar destinação aos seus resíduos produzidos, no entanto a maioria dos resíduos são depositados em lixões, provocando danos ambientais gravíssimos (COSTA et al., 2016).

Segundo Braga et al. (2002), lixão é caracterizado como o local em que ocorre o depósito de “lixo”, sem que haja nenhum projeto ou cuidado com a saúde da população e o meio ambiente, não possuindo tratamento dos resíduos e nem critérios de engenharia, sendo inapropriado para disposição final dos resíduos sólidos. Atualmente, os lixões estão proibidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, vigente desde 2010 e todos os municípios brasileiros devem dar fim aos lixões até o ano de 2021, devido, principalmente, aos impactos ambientais negativos ocasionados pela disposição inadequada dos resíduos nesses locais.

Silva et al. (2012), afirmam que impacto ambiental é qualquer alteração da qualidade ambiental, resultante de alterações dos processos naturais ou sociais, ocasionados pelo ser humano. E a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de n.º 001/86, considera como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, ocasionada por matéria ou energia oriunda de atividades antrópicas direta ou indiretamente.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi levantar os riscos de impactos ambientais pela presença de disposição final de resíduos sólidos na Bacia do Rio Vermelho, com estudo de caso no lixão do município de Goiás.

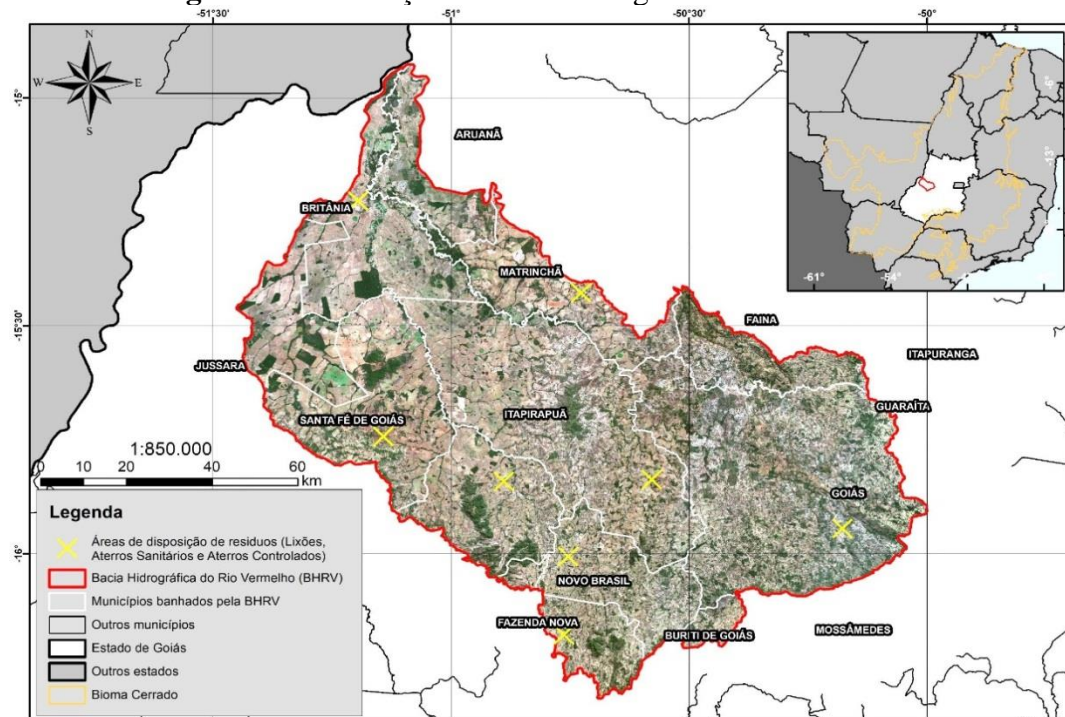
MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Vermelho (BH-RV), com uma área de 10.824,6 Km² (3,18% da área do estado), localiza-se na região oeste do Estado de Goiás e se estende entre os paralelos 14° 55' 00" e 16° 20' 00" Sul e os meridianos 050° 00' 00" e 051° 30' 00" Oeste, entre os municípios goianos de Cidade de Goiás (alta bacia) e Aruanã (baixa bacia). Além desses dois

municípios, compreende parcialmente Matrinhã, Britânia, Jussara, Santa Fé de Goiás, Fazenda Nova, Novo Brasil, Buriti de Goiás e Faina e totalmente o município de Itapirapuã (Figura 1).

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Vermelho



Fonte: Os Autores.

O Rio Vermelho tem sua nascente a 17 km do município de Goiás, nos contrafortes da Serra Dourada e tem a direção noroeste como a predominante em seu curso. O Rio Vermelho tem como principais afluentes o Rio Uvá, Rio Água Limpa e Rio Ferreira e percorre uma extensão de 404,9 Km, desde sua nascente até a confluência com o Rio Araguaia, junto à cidade de Aruanã-GO.

Os municípios da BH-RV possuem uma população de aproximadamente 93.280 habitantes, conforme estimativa do IBGE de 2018, correspondendo a 1,55% da população total do estado. A atividade econômica predominante na região é a pecuária, tendo uma representação também a agropecuária com a produção de algodão, milho, soja, banana, arroz irrigado e de sequeiro, cana-de-açúcar, mandioca, feijão e guariroba, entre outros.

Essa região apresenta um clima Tropical semiúmido com presença de um período menos chuvoso (maio a outubro) e outro chuvoso (novembro a abril), sendo classificado segundo Köppen-Geiser como Aw, com temperatura média anual entre 20°C e 35°C (INMET, 2018).

Atualmente o cenário da BH-RV é preocupante, pois nenhum município possui Aterro Sanitário. Dos onze municípios da Bacia, sete depositam os resíduos em lixões (Fazenda Nova, Novo Brasil, Goiás, Jussara, Matrinchã, Britânia e Santa Fé), três municípios depositam seus resíduos fora da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (Buriti de Goiás, Faina, Aruanã) e o município de Itapirapuã é o único com Aterro Controlado funcionando.

Coleta e análise de informações

Para se obter informações sobre a gestão dos resíduos sólidos, dentro da Bacia, preliminarmente foi realizado um levantamento bibliográfico, bem como busca de informações dos municípios por meio do Plano Estadual de Resíduos Sólidos (SECIMA, 2017), nos portais do Serviço Geológico do Brasil, SIEG e LAPIG. Posteriormente a leitura, resumo, sistematização e transcrição dos dados.

Foi realizado um trabalho de campo, a fim de reconhecimento da área, mediante observação, com visita *in loco* no lixão do município de Goiás, no mês de novembro de 2018. Utilizou-se de registro fotográfico, avaliação visual e o sobrevoo de um RPAS (*Remotely Piloted Aircraft Systems*), popularmente conhecido como Drone ou VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) a fim de obter uma imagem aérea das áreas visitadas para a constatação do real impacto causado pelo lixão.

Durante o trabalho de campo foi utilizado o método de *Check-list*, adaptado de Campos (2008) e Araújo (2015) e uma matriz de interação, para identificação e avaliação dos impactos ambientais. Esse método consiste na identificação e listagem de consequências que um determinado empreendimento ou atividades conhecidas estejam ocasionando (SANCHEZ, 2006).

Dessa maneira, o levantamento dos riscos de impactos ambientais gerados pelo despejo de resíduos sólidos na bacia do Rio Vermelho consistiu nas seguintes etapas: caracterização das áreas de deposição de resíduos sólidos; avaliação de riscos ambientais nas áreas de deposição final dos resíduos sólidos e identificação de áreas de potencial de risco de impactos ambientais negativos.

Caracterização das áreas de deposição final de resíduos sólidos

Primeiro realizou-se a coleta de informações referentes as áreas de deposição final de resíduos sólidos da BH-RV e a respectiva geração da base de dados geográficos, seguida da caracterização das áreas de deposição final dos resíduos sólidos. Os dados sobre a localização de lixões foram adquiridos no Plano Estadual de Resíduos Sólidos (SECIMA, 2017).

A caracterização das áreas de deposição final dos resíduos sólidos foi feita mediante os seguintes elementos: nome do município do lixão, situação legal (aterro sanitário ou lixão). Foram também descritas as variáveis: geologia, tipos de solos, uso do solo, declividade, distância da drenagem mais próxima, elevação, domínio do aquífero, e o tamanho da área de cada local utilizado para deposição dos resíduos dentro da área.

Avaliação de risco ambientais nas áreas de deposição final dos resíduos sólidos

A avaliação do potencial de risco ambiental seguiu a metodologia descrita por Shankar e Mohan (2005), que considera a declividade do terreno, os tipos de solos, distância dos corpos d'água, uso e cobertura do solo e a geologia.

A variável declividade relaciona-se com a velocidade em que se dá o escoamento superficial, afetando, portanto, o tempo em que a água da chuva leva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias, sendo que os picos de enchente, infiltração dependem da fisionomia do terreno, solo e cobertura vegetal, assim determinará quanto escoar e o quanto infiltra. Foi classificada em cinco classes em função da porcentagem de inclinação, sendo elas: baixa, suave, moderada, acentuada, muito acentuada, conforme pode ser observado na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1. Classes de declividade

CLASSE	%
Baixa	0 -3
Suave	3 - 8
Moderada	8 - 20
Acentuada	20 -45
Muito acentuada	> 45

Fonte: Barbalho e Campos (2010)

A classe Baixa – de 0-3%, correspondendo às áreas planas onde o escoamento superficial é muito lento; Suave – de 3-8%, correspondendo às áreas quase planas que apresentam declives suaves onde o escoamento superficial é lento; Moderada – de 8-20% compreendendo áreas com relevo ondulado e escoamento superficial médio ou rápido (dependendo do tipo de solo); Acentuada – de 20-45% são áreas inclinadas que apresentam um escoamento superficial rápido; Muito acentuada – >45% com vertentes fortemente inclinadas, cujo escoamento é muito rápido.

Para a variável distância dos corpos d'água foi extraída no MDE e calculada a partir da rede de drenagem, utilizando o ArcGis 10.2. A informação da distância dos corpos d'água foi classificada tendo em conta a resolução Nº 005/2014 – CEMAM no que se refere a:

- 300 metros de corpo hídrico (a partir do perímetro da área do lixão);
- 500 metros do corpo hídrico de abastecimento público (a partir do perímetro da área do lixão).

A variável tipo de solo, após o recorte para área da bacia, foi organizada em oito classes que foram categorizados em função da condutividade hidráulica dos solos (ALMEIDA et al., 2006) dos solos de Goiás.

Tabela 2. Categorias de solos e respectivas classes de solos

CATEGORIA	CLASSE DE SOLOS
Baixa	Cambissolos e Neossolos Litólicos
Moderada	Argissolos e Nitossolos
Alta	Latosolos e Neossolos Quartzarenos

Fonte: Adaptado de Barbalho e Campos (2010)

O mapa de uso e cobertura do solo foi obtido por meio do LAPIG. No qual, realizou o mapeamento para o ano de 2016 seguindo as demais variáveis: agricultura; floresta plantada; vegetação nativa; pastagem; infraestrutura urbana; massas d'água e outros.

A avaliação de risco foi feita a partir de quatro variáveis, sendo considerado que as áreas com maior susceptibilidade para a recarga de recursos hídricos são aquelas onde o relevo é plano, os solos possuem textura mais grossa e áreas cobertas com vegetação nativa remanescente.

As áreas com relevo acentuado, solos de textura mais fina e áreas urbanizadas, são mais propensas ao escoamento superficial, possuindo maior interferência nas águas superficiais, podendo em alguns pontos do recurso hídrico contaminar, devido à disposição inadequada de resíduos.

Identificação de áreas de potencial de risco de impactos ambientais

Para identificação e avaliação do potencial de impactos ambientais utilizou-se os métodos de *check-list* e matriz de interação (SOBRAL, et al., 2007; CAMPOS, 2008; ARAÚJO, 2015). Para estes autores o método de *check-list* é a identificação e listagem de consequências que determinadas atividades conhecidas estejam ocasionando a um determinado ambiente.

Para a efetivação dos métodos foram realizadas duas visitas de campo, a primeira destinava-se ao reconhecimento da área de estudo e a segunda para aplicação dos métodos, a partir da anotação da avaliação visual dos fatores observados em campo no *check-list* e registro de imagens fotográficas com o uso de máquina fotográfica e fotografias aéreas do local com o apoio do Drone.

Os parâmetros e critérios utilizados no método de avaliação por meio do *check-list* estão descritos no Quadro 1, tendo sido avaliados em campo cinco aspectos do local: Solo/Subsolo, Ar, Água, Paisagem e Outros. Buscou-se identificar visualmente parâmetros dentro dos cinco aspectos para identificar os impactos ambientais que poderiam estar sendo acometidos no ambiente devido a disposição dos resíduos sólidos nos “lixões”.

Quadro 1. *Check-List* com aspectos e parâmetros para avaliação visual dos impactos causados pelo lixão.

ASPECTOS	PARÂMETROS DE AGRAVO	CRITÉRIOS
Solo/Subsolo	Apresenta sinais de erosão	Sim
		Não
	Alteração na capacidade de uso da terra	Sim
		Não
	Dano ao relevo	Sim
		Não
	Permeabilidade do solo	Sim

Ar	Emissões de odores	Não
		Intenso
		Moderado
	Presença de dutos de gases	Fraco
		Sim
	Proximidade de núcleo habitacional	Não
		d < 1.000 m
Queima do resíduo	d >= 1.000 m	
	Sim	
		Não
Água	Mananciais superficiais	
	Comprometido	Sim
		Não
	Presença de chorume a céu aberto	Sim
		Não
	Distancia	d < 300 m
		d >= 300 m
	Equilíbrio	Sim
		Não
	Reequilíbrio	Natural
Intervenção humana		
Utilidades	Consumo humano e/ ou animais e/irrigação	
	Recreação, c/ contato secundário	
		Não é utilizado
Paisagem	Alteração na paisagem (impacto visual)	Sim
		Não
	Alteração na paisagem original	Sim
		Não
	Existe projeto de readequação	Sim
		Não
Outros	Presença de animais	Sim
		Não
	Desvalorização de terrenos vizinhos	Sim
		Não
	Presença de vetores de doenças	Sim
		Não
	Presença de catadores	Sim
		Não
	Danos à saúde de quem transita no local	Sim
Não		
		Talvez

Fonte: Adaptado de Campos (2008) e Araújo (2015).

A aplicação desse método de *check-list* e da matriz de interação na pesquisa é uma alternativa eficiente na avaliação de alterações dos meios biofísicos e antrópicos, apresentando de forma ilustrativa as problemáticas ambientais (SOBRAL, et al.,2007; ARAÚJO, 2015).

Baseando-se nas pesquisas de Sobral et al. (2007), Campos (2008) e Araújo (2015), os impactos ambientais levantados na pesquisa foram classificados e discutidos de acordo com os parâmetros da matriz de interação, sendo eles: tipo, magnitude, importância e duração conforme é apresentado no Quadro 2.

Quadro 2. Parâmetros de avaliação utilizados na matriz de interação

ATRIBUTO	SIGNIFICADO DO ATRIBUTO DE AVALIAÇÃO	SÍMBOLO
TIPO A modificação causada por determinada ação	POSITIVO Quando o impacto for benéfico	+
	NEGATIVO Quando o impacto for adverso	-
	INDEFINIDO Pode ser negativo ou positivo	+/-
MAGNITUDE É a extensão a partir de uma determinada ação do projeto	PEQUENA Inalterado a característica ambiental considerada	P
	MÉDIA Sem alcance para descaracterizar a variável ambiental considerada	M
	GRANDE Possa levar à descaracterização da variável ambiental considerada	G
IMPORTÂNCIA A importância ou significância do impacto com relação a sua interferência no meio	NÃO SIGNIFICATIVA De intensidade não significativa, não implicando em alteração da qualidade de vida	1
	MODERADA Com dimensões recuperáveis, quando adversa, ou refletindo na melhoria da qualidade de vida	2
	SIGNIFICATIVA Perda da qualidade de vida, quando adversa, ou ganho quando benéfica	3
DURAÇÃO Indica a permanência do impacto	CURTA Duração breve, possibilidade de reversão as condições anteriores	4

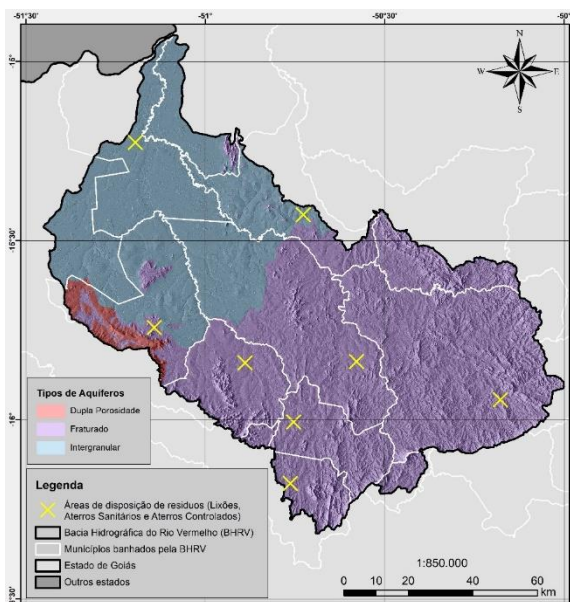
	MÉDIA Tempo médio, após a ação	5
	LONGA Tempo grande, de permanência do impacto, após a ação	6

Fonte: Adaptado de Sobral (2007) e Araújo (2015).

RESULTADOS

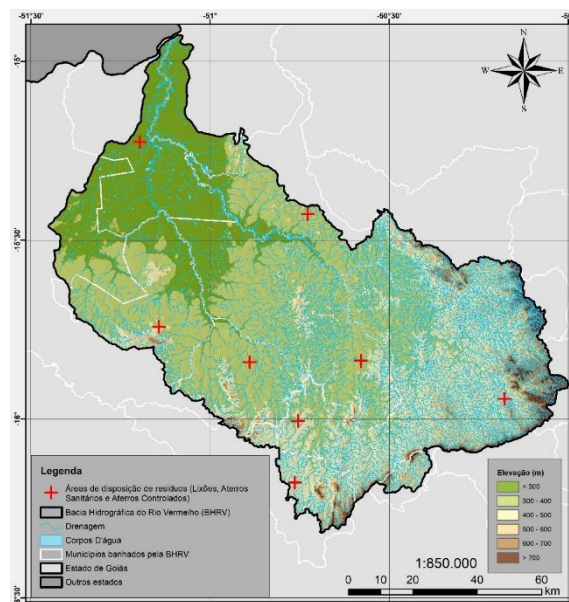
A partir dos dados vetoriais e matriciais foram elaborados mapas para a BH-RV: Mapa de Domínio de Aquíferos (Figura 2), Mapa de Drenagem (Figura 3), Mapa de Declividade (Figura 4), Mapa de Elevação (Figura 5), Mapa de Geologia (Figura 6), Mapa de Solo (Figura 7) e Mapa de Uso e Cobertura do Solo (Figura 8).

Figura 2: Domínio de Aquíferos da BH-



Fonte: Os Autores.

Figura 3: Mapa de Drenagem da BH-RV



Fonte: Os Autores.

Conforme a Figura 2, a BH-RV está sob os domínios de Aquíferos de Dupla Porosidade (Média/Baixa bacia), Fraturados (Baixa Bacia) e Intergranular (baixa bacia). Além disso, as Províncias Hidrogeológicas existentes no Estado de Goiás, segundo Diagnóstico Preliminar dos

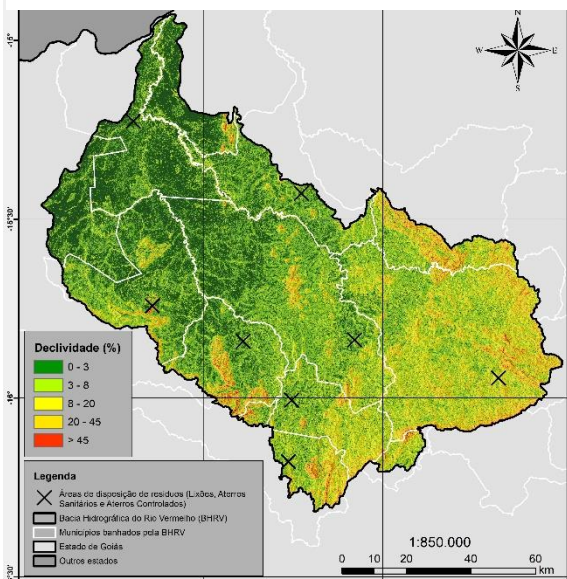
Recursos Hídricos do Estado (1999), são: aquíferos sedimentares, permeáveis por porosidade granular e aquíferos cristalinos, permeáveis por fraturamento de rochas.

A classificação ocorre de acordo com a natureza litológica, porosidade e permeabilidade dos aquíferos. No entanto, poucas informações hidrogeológicas estão disponíveis para o Estado de Goiás. Como consequência, é difícil fazer considerações sobre as águas subterrâneas de alguma região mais particularizada do Estado.

A Figura 3 apresenta o mapa de drenagem, onde é possível visualizar que há maior concentração de cursos hídricos na alta bacia e média bacia. Essa densidade de drenagem depende do comportamento hidrológico dos solos e rochas. No qual, solos mais impermeáveis, as condições para o escoamento superficial são maiores, possibilitando a formação de canais e, conseqüentemente, aumentando a densidade de drenagem (SANTOS, et al., 2012).

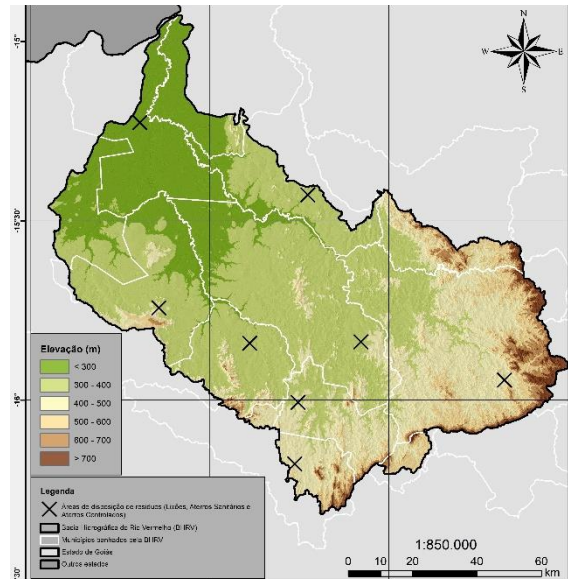
Além da relação com o solo e formação litológica da área, a drenagem está relacionada com o relevo. Na pesquisa de Lima, Cunha e Perez Filho (2016), os autores observaram que locais com uma menor quantidade de drenagem na bacia hidrográfica indicavam o grau baixo de dissecação do relevo, como observado na BH-RV, dissecação alta indica maiores concentrações de recursos hídricos, e próximo ao rio Araguaia, esse panorama muda devido as características físicas da área. Acrescido à essa análise a Figura 4 e Figura 5 mostra a dissecação do relevo e elevação do terreno, respectivamente da área de estudo. Sendo uma área predominantemente com declividade entre 8% a 20% e 20 % a 45%, sendo possível encontrar alguns locais com declividade acima de 45%, enquanto que da média para baixa bacia a declividade está predominantemente entre 0 % a 3%, indicando que o relevo nessa região é mais plano.

Figura 4: Mapa de Declividade da BH-RV



Fonte: Os Autores.

Figura 5: Mapa de Elevação da BH-RV



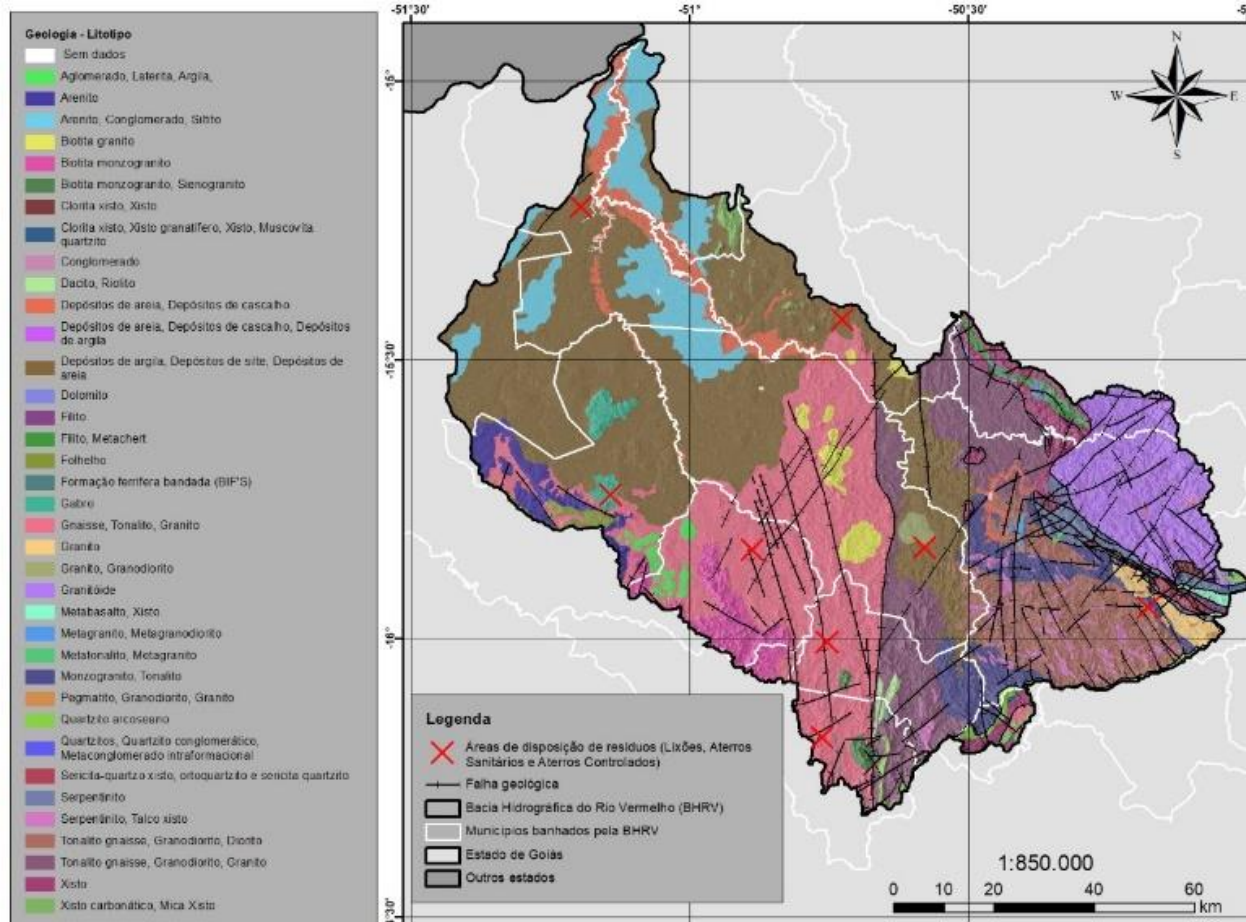
Fonte: Os Autores.

A influência da declividade está relacionada com a velocidade em que se dá o escoamento das águas superficiais, sendo que quanto maior a declividade maior o escoamento superficial e em locais mais planos a água tende a infiltrar mais facilmente.

Além disso, verifica-se na figura 5 que na alta bacia a altitude pode ultrapassar os 700 m, porém a altitude que predomina é entre 500 m a 600 m, reduzindo à medida que vai para a média bacia ficando entre 300 m a 400 m e na baixa bacia a elevação predominante é menor que 300 m de altitude. Áreas com maior susceptibilidade para a recarga de recursos hídricos são aquelas onde o relevo é plano, onde os solos possuem textura mais grossa e áreas cobertas com vegetação nativa remanescente. Enquanto que áreas com maior susceptibilidade para águas superficiais são aquelas onde o relevo é acentuado, com solos de textura mais fina e áreas urbanizadas.

Geologicamente, a BH-AV apresenta uma grande diversidade de características litológicas (Figura 6), particularmente os pontos de amostragens dos lixões estão sob formação de Gnaiss, depósitos de argilas e gábro. Portanto as áreas que apresentam sob Formação de rochas Gnaisses tem maior potencialidade de infiltração da água no solo, já as áreas de lixões sob depósitos de argilas a água serão retidas facilmente nesses colóides do solo.

Figura 6: Mapa litológico da BH-RV



Fonte: Os Autores.

Os solos da área em sua maioria estão representados por Argissolo Vermelho-amarelo e latossolo Vermelho. Os pontos de amostragem estão representados por esses solos, juntamente com o Neossolo Lítico-distrófico.

Os Argissolos no geral estão localizados nas áreas de encostas dos vales, apresentam um relevo ondulado e forte ondulado, são profundos, bem drenados, por outro lado tem limitações ao uso agrícola por apresentar baixa fertilidade e riscos de erosão (SILVA, et al., 2012). Esse risco à erosão está relacionado a localização do solo em relação do relevo, ou seja, são locais em que a água do escoamento superficial ganha velocidade e isso relacionado com característica do terreno associada à mudança textural, diminui sua resistência.

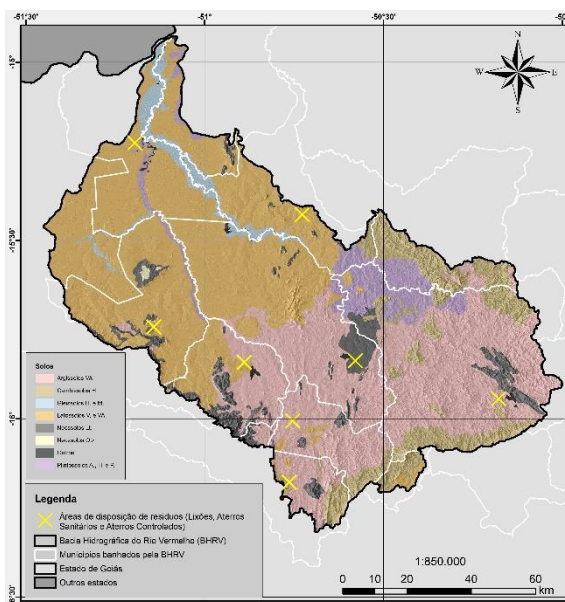
Os latossolos são solos antigos e profundos resultantes do avançado estágio de intemperização a que estão submetidos. Apesar de serem solos pobre em nutrientes, sua estrutura

granular lhe confere um aspecto esponjoso que favorece a circulação da água. Ou seja, possuem elevada permeabilidade e por estarem localizados em áreas pouco acidentadas e com relevo suave (EMBRAPA, 2013).

Os Neossolos em geral são solos pouco desenvolvidos, não possuem ainda horizontes pedogenéticos bem definidos. Os Neossolos Litólicos, estão associados aos afloramentos rochosos.

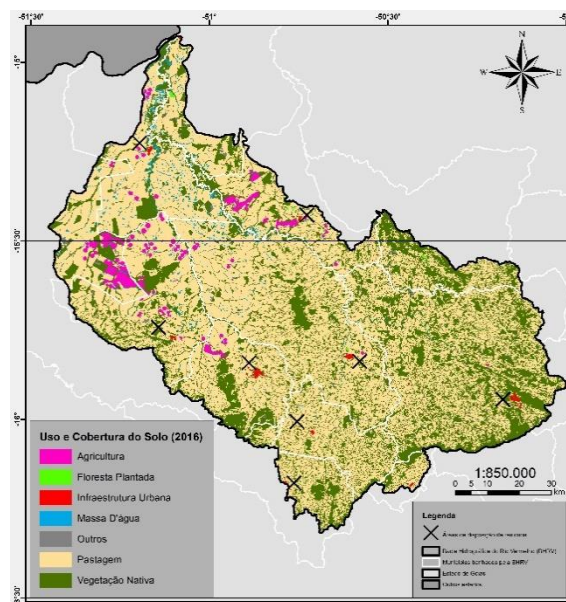
Toda essa característica fisiográfica da bacia hidrográfica, vai ser fundamental na dinâmica de uso e ocupação dos solos na área, como mostra a Figura 8. Nota-se uma predominância do uso da pastagem, provavelmente associado principalmente ao relevo e à espacialização dos solos.

Figura 7: Mapa de Solos da BH-RV



Fonte: Os Autores.

Figura 8: Mapa de Uso e Cobertura do Solo da BH-RV



Fonte: Os Autores.

Independente do uso e cobertura do solo, os mesmos irão influenciar na dinâmica do escoamento superficial e infiltração de água na bacia hidrográfica. Uma vez que o preparo do solo consiste na retirada da cobertura vegetal, uma vez descoberto ou mesmo por falta de manejo adequado do terreno pode permitir um maior escoamento superficial das águas, proporcionando

que os sedimentos sejam transportados e depositados nos cursos d'água. Muitas vezes esses sedimentos estão carregados de elementos como os metais pesados, usados na agricultura, pecuária, em centros urbanos, e mesmo os lixões desses centros.

Em função da exploração cada vez mais intensa dos recursos naturais pelo homem, é essencial que sejam realizados estudos constantes no sentido de avaliar as condições ambientais dessas bacias hidrográficas frente à ocupação antrópica (ALVES, et al., 2017).

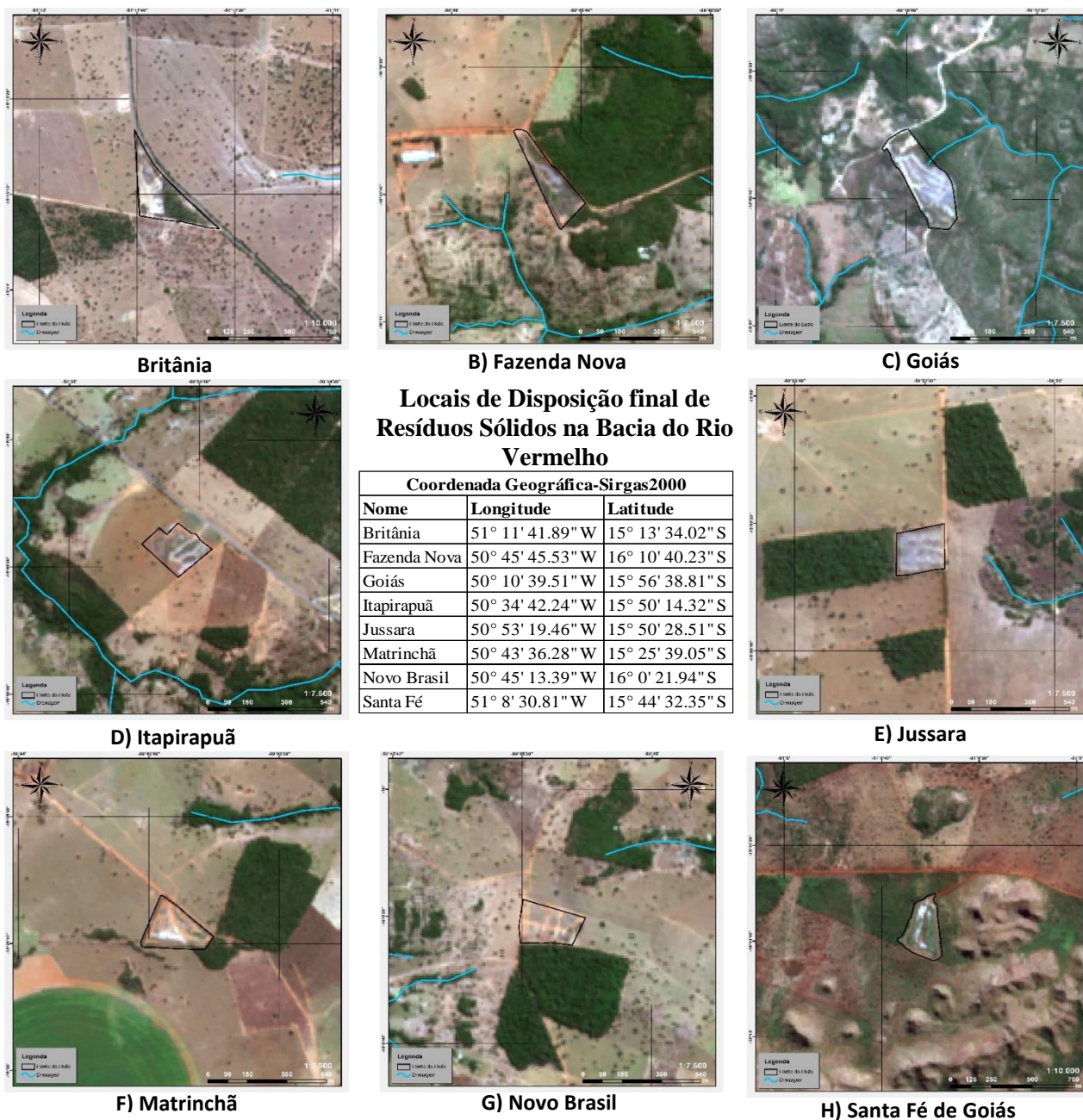
Para Ramalho, et al. (2019) é essencial a realização de um diagnóstico pode ser aplicado por diferentes objetivos, mas a finalidade é uma: interpretar a dinâmica da interação dos componentes do meio, a partir da análise dos recursos naturais e interferência antrópica, sejam físicas, biológicas ou sociais na bacia hidrográfica.

Na Figura 8 verifica-se todos os locais onde são depositados os resíduos sólidos dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho. Além disso é possível identificar o tipo de uso do solo e cobertura no entorno destes locais e a distância do curso de água mais próximo, em conjunto da Tabela 3, que apresenta as características das áreas de disposição final de resíduos sólidos.

Conforme resolução da CEMAM n.º 05/2014, a distância mínima de um lixão ou aterro para um curso hidrográfico é de 300 m. Nesse sentido, metade das áreas onde são depositados os lixos podem estar irregulares, pois não estão respeitando este limite, sendo que no município de Goiás (Figura 8-C) a situação pode ser ainda mais grave, tendo em vista que há indícios uma nascente dentro do lixão, conforme Tabela 3, onde a distância da drenagem é 0, indicando que o lixão pode estar sobrepondo com um curso d'água e até mesmo abrigando uma nascente.

Foram identificados lixões próximos a curso d'água no município de Fazenda Nova que está a 148,35 m da hidrografia, em Jussara a 191,91 m e Novo Brasil distando 243,61 m do corpo hídrico. As demais áreas estão com a distância mínima de 400 m de um curso d'água. Além disso, exceto os lixões de Fazenda Nova e Goiás que estão em uma declividade entre 8% a 20 %, todos os demais estão na declividade ideal, segundo a CEMAM (2014), que é de 3% a 8%.

Figura 8: Áreas de Disposição final de Resíduos Sólidos



Fonte: Os Autores.

Tabela 3. Características das áreas de Disposição final de Resíduos Sólidos

Lixão/Aterro	Município	Geologia	Solo	Uso do Solo	Distância Drenagem (m)	Declividade (%)	Elevação (m)	Domínio Aquíferos	Área (ha)
	Britânia	Sedimentar	Latossolo VA	Pastagem	517,41	3-8	270 (200-300)	Intergranular	10,8480
	Fazenda Nova	Ígnea, Metamórfica	Cambissolo H.	Vegetação Nativa e Pastagem	148,35	8-20	490 (400-500)	Faturado	5,1167
	Goiás	Ígnea, Metamórfica	Argissolo VA.	Vegetação Nativa e Pastagem	0	8-20	500 (500-600)	Faturado	7,8262
	Itapirapuã	Sedimentar	Neossolo Lt	Pastagem e Outros	455,49	3-8	370 (300-400)	Faturado	4,3068
	Jussara	Ígnea, Metamórfica	Latossolo V. e Argissolo VA	Vegetação Nativa e Pastagem	191,91	3-8	360 (300-400)	Faturado	4,6503
	Matrinchã	Sedimentar	Latossolo V.	Vegetação Nativa e Pastagem	423,36	3-8	350 (300-400)	Intergranular	5,1296
	Novo Brasil	Ígnea, Metamórfica	Argissolo VA	Vegetação Nativa e Pastagem	243,61	3-8	430 (400-500)	Faturado	4,6959
	Santa Fé de Goiás	Ígnea	Latossolo V. e Neossolo Lt	Pastagem	839,93	3-8	410 (400-500)	Faturado	7,1754

Fonte: os autores

Lixão do município de Goiás

O município de Goiás adotou os vazadouros céu aberto para destinação e disposição final de seus resíduos sólidos urbanos e outros resíduos provenientes da prestação de serviços públicos de saneamento. O lixão está localizado nas coordenadas de longitude 050° 10' 39.51" W e de latitude 15° 56' 38.81" S, em uma área pública, com mais de 30 anos. A área está a 2,10 Km do núcleo habitacional, na saída da cidade À margem esquerda da GO-070 (Figura 9).

Figura 9: Fotografia Aérea do Lixão do município de Goiás-GO.



Fonte: Os Autores.

Relacionado a infraestrutura, o lixão tem uma guarita construída bem na entrada, porém não dispõe de porteiro ou alguma vigilância, possui cercas na frente e nas laterais, no entanto no fundo há falhas, nota-se que não há nenhuma pessoa para fiscalizar os materiais que são depositados no local, não tendo uma área administrativa e nem balança (Figura 10a). No lixão os procedimentos adotados são compactação e cobertura dos resíduos dispostos com solo ou material inerte.

Durante a visita *in loco* constatou-se a existência de cinzas e objetos queimados, possivelmente devido a queima de resíduos pelos catadores que frequentam o local (Figura 10b); verificou-se a presença de animais (urubus, cachorro e pássaros) (Figura 10c), inclusive o cachorro estava bebendo da água que estava no chão, estando possivelmente contaminada.

Esta área é considerada um passivo ambiental podendo causar os mais diversos impactos ambientais, por exemplo, degradação do solo e contaminação das coleções hídricas. Além disso, o lixão atrai catadores, que fazem da catação do lixo um meio de sobrevivência, se tornando um problema socioambiental e de saúde pública, já que há a proliferação de vetores de doenças nos lixões, conforme foi constatado no *Check-List* abaixo, Quadro 3 e do Quadro 4 (matriz de interação).

Quadro 3. *Check-List* com Aspectos e parâmetros para avaliação visual dos impactos do Lixão de Goiás

ASPECTOS	PARÂMETROS DE AGRAVO	CRITÉRIOS
Solo/Subsolo	Apresenta sinais de erosão	Sim
	Alteração na capacidade de uso da terra	Sim
	Dano ao relevo	Não
	Permeabilidade do solo	Sim
Ar	Emissões de odores	Sim
	Presença de dutos de gases	Não
	Proximidade de núcleo habitacional	$d \geq 1.000$ m
	Queima do resíduo	Sim
Água	Mananciais superficiais	
	Comprometido	Sim
	Presença de chorume a céu aberto	Sim
	Distância	$d \geq 200$ m
	Equilíbrio	Sim
	Reequilíbrio	Natural
	Utilidades	Consumo humano e/ou animais e/ou irrigação
Paisagem	Alteração na paisagem (impacto visual)	Sim
	Alteração na paisagem original	Sim
	Existe projeto de readequação	Não
Outros	Presença de animais	Sim
	Desvalorização de terrenos vizinhos	Sim
	Presença de vetores de doenças	Sim
	Presença de catadores	Sim
	Danos à saúde de quem transita no local	Talvez

Fonte: Os Autores.

Figura 10: Imagens do Lixão no Município de Goiás. (a) Entrada do Lixão de Goiás, Guarita sem presença de porteiro; (b) Presença de resíduos queimados; (c): Resíduos, Chorume e animal no lixão; (d): Presença de diversos resíduos sólidos despejados na estrada.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Autores

De acordo com o Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2016, do SNIS, o lixão municipal recebe um total de 2.500 t/ano de resíduos (PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÁS, 2018). E mesmo tendo uma área destinada para a disposição dos resíduos sólidos, verificou-se que há o depósito irregular de resíduos sólidos fora da área disponibilizada pelo município, inicia-se bem próximo da rodovia, na estrada de acesso ao lixão, conforme pode ser

visualizado na Figura 10d. Esse lixo irregular e fora da área do lixão dificulta a limpeza do local e também potencializa a possibilidade de contaminação e transmissão de doenças.

Quadro 4. Matriz de interação dos impactos do Lixão de Goiás

Impactos Ambientais	Características											
	Tipo			Magnitude			Importância			Duração		
	+	-	+/-	P	M	G	1	2	3	4	5	6
MEIO FÍSICO												
Apresenta sinais de erosão		X		X				X			X	
Alteração na capacidade do uso da terra		X			X			X			X	
Compactação do solo		X				X		X		X		
Dano ao relevo		X		X			X				X	
Permeabilidade do solo		X			X			X			X	
Emissões de odores		X				X			X		X	
Queima do lixo		X			X				X			X
Alteração na paisagem		X			X		X				X	
Alteração na paisagem original		X			X				X		X	
Manancial superficial comprometido		X			X				X		X	
MEIO ANTRÓPICO												
Alteração da paisagem (impacto visual)		X		X					X		X	
Desvalorização de terrenos vizinhos		X			X			X			X	
Presença de vetores de doenças		X			X			X		X		
Presença de chorume a céu aberto		X			X			X		X		
Presença de dutos de gases		X		X			X				X	
Presença de animais		X				X		X		X		
Proximidade do núcleo habitacional		X			X				X		X	
Danos à saúde de quem transita o local		X		X			X			X		

Fonte: Os autores.

Conforme a matriz de interação, foram encontrados dez impactos negativos no meio físico, sendo seis de média magnitude, dois de grande magnitude, quatro de importância significativa, quatro de importância moderada e oito de média duração. Já no meio antrópico foram encontrados oito impactos negativos, sendo quatro de média magnitude, quatro de importância moderada, quatro de média duração e quatro de pouca duração.

Para o município regularizar-se perante a Lei, deve ser construindo um aterro sanitário, porém, a área em questão não atende aos requisitos exigidos. Em relação aos cursos d'água, está aproximadamente a 2 km do Rio vermelho, porém encontra-se com uma nascente e um curso d'água dentro do seu perímetro (Figura 8-C), sendo assim, considerado irregular para implantação do aterro, já que está a menos de 300 m da drenagem. Observa-se também que a área está no divisor de água entre três bacias, tendo o risco de contaminar todas.

Além disso, a área está localizada em um aquífero fraturado (Tabela 3 e Figura 2), que possui fendas e falhas que podem ocasionar a contaminação de águas subterrâneas devido a infiltração do percolado. Logo, o despejo inadequado do chorume no local pode alterar a DBO e DBQ da água superficial ao escoar quanto os aquíferos ao infiltrar contaminando a água de poços e transmitindo doenças, caso contenha fatores patogênicos (MATOS *et al.*, 2011).

Portanto, ressalta-se que deve haver uma investigação de passivo ambiental no local onde se encontra o lixão. e coleta e análise de água e do solo para averiguar o potencial de contaminação das águas e do solo na área. Portanto o lixão de goiás não está apto a se tornar um aterro sanitário, além de ter um alto potencial poluidor.

CONCLUSÕES

A disposição final dos resíduos sólidos no município de Goiás representa uma ameaça potencial ao meio ambiente e a população local, afetando principalmente a qualidade ambiental do solo, da água superficial (impactando três drenagens) e subterrânea além da poluição do ar, por conta das queimadas.

A Bacia do Rio vermelho está em grande área considerada frágil para implantação de um aterro sanitário, pois está em grande parte sobre domínios de aquíferos fraturados, grande quantidade de drenagem e em alguns locais declividade acentuada, principalmente na alta bacia. Contudo os lixões a céu aberto impactam muito mais a bacia, sendo necessário um estudo mais aprofundado com análises mais detalhadas, principalmente de infiltração para saber se há algum local possível de instalação de um aterro sanitário na bacia a fim de minimizar os impactos ambientais negativos, de preferência em consórcio com outros municípios.

Por fim, sugere-se também que sejam realizados programas de conscientização e educação ambiental para a população, tentando fazê-la se enxergar como parte da bacia hidrográfica, pois dentro da bacia do Rio Vermelho há vários bolsões de lixo espalhados, fora dos lixões, ou seja, descarte inadequado dos resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 10004 - **Resíduos Sólidos – Classificação**, de 31 de novembro de 2004. Disponível em:

<http://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/normas/ABNT_NBR_n_10004_2004.pdf>. Acesso em 25 de novembro de 2018.

ALMEIDA, Leonardo de; RESENDE, Leonardo de; RODRIGUES, Antônio Passos; CAMPOS, José Elói Guimarães. **Hidrogeologia do Estado de Goiás**. 1. ed. Goiânia: SGM-GO, 2006.

ALVES, Wellmo dos Santos; MORAIS, Wilker Alves; SALEH, B.; SANTOS, Leonardo Nazário Silva dos. Análises de aspectos físicos da bacia hidrográfica do Córrego Bonsucesso, localizada em Jataí (GO), Brasil, apoiado em geotecnologias. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.11, n.1, 2017.

ARAÚJO, Tiago Batista de. **Avaliação De Impactos Ambientais Em Um Lixão Inativo No Município De Itaporanga – PG**. 2015. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Centro de Ciências e Tecnologia.

BARBALHO, Maria Gonçalves da Silva; CAMPOS, Alfredo Borges de. **Vulnerabilidade natural dos solos e águas do estado de goiás à contaminação por vinhaça utilizada na fertirrigação da cultura de cana-de-açúcar**. Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v. 30, n. 1, p. 155-170. 2010.

BRAGA, Benedito. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 1º ed. São Paulo, Editora Prentice Hall, 2002, 318 p.

CAMPOS, Livia. Reis. **Aterro sanitário simplificado: instrumento de análise de viabilidade econômico-financeira, considerando aspectos ambientais**.122f. Dissertação de Mestrado (Escola Politécnica) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

CONAMA – **Resolução CONAMA Nº 09, de 31 de Agosto de 1993**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0009-310893.PDF>> Acesso 25 de novembro de 2018.

COSTAS, Tancio Gutier Ailan; IWATA, Bruna de Freitas; CASTRO, , Camila Portela

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapas e Publicações**. Disponível em: <www.cprm.gov.br>. Acessado em dezembro de 2018.

de; COELHO, Juliana Vogado; CLEMENTINO, Gleide Ellen dos Santos; CUNHA, Laécio Miranda; Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil, **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** 79-86 p. 2016.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa 2013.

FREITAS, Luís Carlos de; MACHADO, Carlos Cardoso; SILVA, Elias; JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves. Avaliação quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal em dois módulos. **Revista Ceres**, v.54, n.313, p.297-308, 2007.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. 2018. Dados climáticos da Estação de Goiás: série histórica de 1961 a 2018. **Banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia**.

LAPIG – Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. **Dados Geográficos**. Disponível em: < www.lapig.iesa.ufg.br>. Acessado em dezembro de 2018.

LIMA, Kleber Carvalho; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci da; PEREZ FILHO, Archimedes. Relações entre rede de drenagem e superfícies de aplainamento semiáridas. **Mercator**, v.15, n.2, p. 91-104, 2016.

MATOS, Francinaldo Oliveira; MOURA, Quêzia Leandro; CONDE, Giselly Brito; MORALES, Gundisalvo Piratoba; BRASIL, Castilho. **Impactos Ambientais Decorrentes Do Aterro Sanitário Da Região Metropolitana De Belém-Pa**: Aplicação de Ferramentas de Melhoria Ambiental. *Caminhos de Geografia (UFU)*, v. 12, p. 310-318, 2011.

MINISTÉRIO DAS CIDADES - MCidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos: 2016**. Brasília: Cidades. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2016>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

PINHEIRO, Roberta Vieira Nunes. **Risco de contaminação pela presença de disposição final de resíduos sólidos urbanos em bacias de captação superficial de água para abastecimento público no estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental e Sanitária). Escola de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2017.

RAMALHO, Fernanda Luisa; BARCELOS, Assunção Andrade de; CABRAL, João Batista Pereira; BIRRO, Sheyla Olívia Groff. Diagnóstico ambiental do uso e ocupação das terras entre os anos de 2010 a 2015 no córrego matriz, Cachoeira-Alta, Goiás, Brasil. **Revista Geoambiente On-line**, n. 33, 2019. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/56676/33320>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

SANCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANTOS, Agenor Micaeli dos; TARGA, Marcelo dos Santos; BATISTA, Getulio Teixeira; DIAS, Nelson Wellausen. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012.

SECIMA. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Goiás**, 2017.

SHANKAR, M N, R.; MOHAN, G. A. GIS based hydrogeomorphic approach for identification of site-specific artificial-recharge techniques in the Deccan Volcanic Province. **Journal of earth system science**, v. 114, n. 5, p. 505-514, 2005.

SIEG - SISTEMA ESTADUAL DE GEOINFORMAÇÃO. **SIEG Mapas**. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/siegmapas/mapa.php>> Acessado em dezembro de 2018

SILVA, Ademar Barros da; ACCIOLY, Luciano José de Oliveira; GOMES, Elmo Clarck; SILVEIRA, Hilton Luiz Ferraz da; BARBOSA, Gustavo Magalhães Nunes. Identificação e caracterização dos principais solos do município de Coruripe, Alagoas. **Pesquisa Agropecuária Pernambuco**, Recife, v. 17, n. único, p. 59-65, 2012.

SILVA, Suênio Anderson Feliciano da. **Caracterização De Impactos Ambientais Causados Por Um Vazadouro Na Cidade De Mogeiro - PB**. 2012. 10f. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba-UEPB.

SOBRAL Ivana Silva; SANTANA, Raiane Kismary de Oliveira; GOMES, Laura Jane; RIBEIRO, Genésio Tâmara; SANTOS, José Ronaldo do; COSTA, Marleno. Avaliação dos impactos ambientais no parque nacional serra de Itabaiana SE. **Caminhos de Geografia**. v. 8, n° 24 p. 102 - 110, 2007.

VIEIRA, Andréa dos Santos; MENDES, Paulo Cezar. **Disposição final dos resíduos sólidos urbanos em Goiás: uma ameaça à saúde ambiental e humana**. 2017.

VON SPERLING. Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos**. 4ª ed., UFMG. 2011.

Submetido em 24 de janeiro de 2020

Aceito em 25 de junho de 2021

Publicado em 30 de dezembro de 2021