
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E ANÁLISE TEMPORAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR UM DEPÓSITO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE CARIRI DO TOCANTINS – TO

CÂNDIDO, Jacqueline Bonfim¹
SOUZA, Patrícia Aparecida de²
NERES, Nathana Gomes Cardoso¹
GONÇALVES, Douglas Santos¹
SOUZA, Priscila Bezerra de²

Recebido em: 2016.07.31

Aprovado em: 2017.04.03

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1736

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho realizar um diagnóstico ambiental e análise temporal dos impactos ambientais causados por um depósito de resíduos sólidos no Município de Cariri do Tocantins – TO. A área de estudo foi o depósito de resíduos sólidos que se encontra na zona urbana da cidade. A caracterização do diagnóstico ambiental foi realizada através do *check-list*, seguida de uma valoração (quantitativa e qualitativa) e posterior interpretação dos impactos ambientais. A avaliação qualitativa do impacto no meio ambiente foi realizada classificando os impactos. Elaborou-se uma rede de interação dos impactos ocorrentes na área. Para avaliação quantitativa utilizou-se o método de matriz, proposto por Leopold, no qual os impactos são classificados em magnitude e importância. Realizou-se uma análise temporal utilizando sistema de informação geográfica (SIG), o período abordado foi dos últimos 25 anos, apresentando uma análise a cada 5 anos. A análise temporal mostrou que as áreas circundantes do depósito se encontram em processo de recuperação durante os últimos 25 anos, o que indica que a área onde o lixão está inserido possui resiliência. As medidas mitigadoras serão utilizadas para a recuperação da área, estas medidas são: o isolamento da área, retirada dos resíduos sólidos para serem destinados ao local adequado de deposição, roçada das espécies invasoras, implantação do projeto de recuperação de áreas degradadas, campanha de conscientização às pessoas para que novos resíduos não sejam jogados no local, descontaminação do solo e reflorestamento.

Palavras-chave: Recuperação ambiental. Sistemas de informações geográficas. Matriz de interação

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS AND ANALYSIS TIME OF ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY A DEPOSIT OF SOLID WASTE IN COUNTY CARIRI DO TOCANTINS – TO

SUMMARY: The objective of this work perform an environmental diagnosis and temporal analysis of the environmental impacts caused by a deposit of solid waste in the Municipality of Cariri do Tocantins - TO. The study area was the deposit of solid waste that is in the urban area. The characterization of the environmental assessment was performed using the check-list, followed by an evaluation (quantitative and qualitative) and subsequent interpretation of environmental impacts. The qualitative assessment of the impact on the environment was carried out by classifying the impacts. It developed a network of interaction of impacts occurring in the area. For quantitative assessment used the matrix method proposed by Leopold, in which the impacts are ranked in magnitude and importance. We performed a temporal analysis using geographic information system (GIS), the period covered was the last 25 years, with a review every five years. The temporal analysis showed that the surrounding areas of the tank are in the recovery process during the last 25 years, indicating that the area wherein the landfill is inserted own resilience. The mitigation measures will be used for the recovery of the area, these measures are: the isolation of the area, removal of solid waste to be used for the appropriate disposal site, mowing of invasive species recovery project implementation degraded areas, awareness campaign people so that new waste is not dumped at the site, soil decontamination and reforestation.

Keywords: Environmental recovery. Geographic information systems. Interaction matrix

¹ Mestranda do Programa de Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Tocantins, Gurupi/TO.

² Prof. Dra. do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Tocantins - UFT.

INTRODUÇÃO

A problemática relacionada com a disposição inadequada de resíduos sólidos traz preocupações ambientais, devido aos impactos gerados ao meio biótico, abiótico e social. Atualmente, os problemas em torno do gerenciamento de resíduos sólidos vêm se destacando, em decorrência do alto padrão de consumo, causado pelo atual sistema econômico, que induz o consumo excessivo de produtos, criando um dos maiores problemas ambientais dos últimos tempos: a excessiva produção de lixo (ISMAEL et al., 2014).

Em 2010 foi instituída no Brasil a Lei Federal nº 12.305/2010 que cria a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Essa lei proíbe a criação de “lixões”, onde os resíduos são lançados a céu aberto e estabelece prazo para que os atuais lixões deixem de funcionar. Todas as prefeituras devem construir aterros sanitários adequados ambientalmente, onde só poderão ser depositados os resíduos sem qualquer possibilidade de reaproveitamento ou compostagem (OLIVEIRA et al., 2015).

O prazo final é escalonado de acordo com o Município, fazendo com que as datas-limite variem de 2018 a 2021, de acordo com ente federativo, conferindo prazos mais longos para municípios com população inferior a 50 mil habitantes e mais curtos para cidades que possuem maior população e maior capacidade orçamentária (PROJETO DE LEI DO SENADO nº 425, 2014).

As áreas destinadas à disposição do lixo, sem a infraestrutura adequada, têm seu uso futuro comprometido e são responsáveis pela degradação ambiental das regiões sob sua influência (BELI et al., 2005). Dessa forma, pelo seu uso indiscriminado em vários municípios brasileiros, as áreas de lixão devem ser investigadas para se aferir os seus impactos e se formar um banco de dados para fins de gestão urbana e ambiental (DE MEDEIROS et al., 2008).

Os impactos ambientais podem ser avaliados através do diagnóstico ambiental, que visa interpretar a situação ambiental de uma determinada área para se buscar o conhecimento de seus componentes ambientais (COLET; SOARES, 2013).

Segundo Tommasi (1993) “a rede de interações permite identificar ações e interrelações; e a matriz de interação é um dos métodos mais utilizados em estudos de impacto ambiental”.

A Geotecnologia como ferramenta, adequa-se perfeitamente a abordagem territorial na medida em que permite efetuar a distribuição espacial dos dados, a visualização de suas relações espaciais, bem como a identificação da série histórica dos dados (EUGENIO et al., 2011).

Sendo assim, uma importante ferramenta para o poder público verificar a exequibilidade da legislação ambiental e possibilitar o ordenamento territorial (MELO et al., 2010). Assim como, na proposta e execução de projetos de conservação e recuperação ambiental.

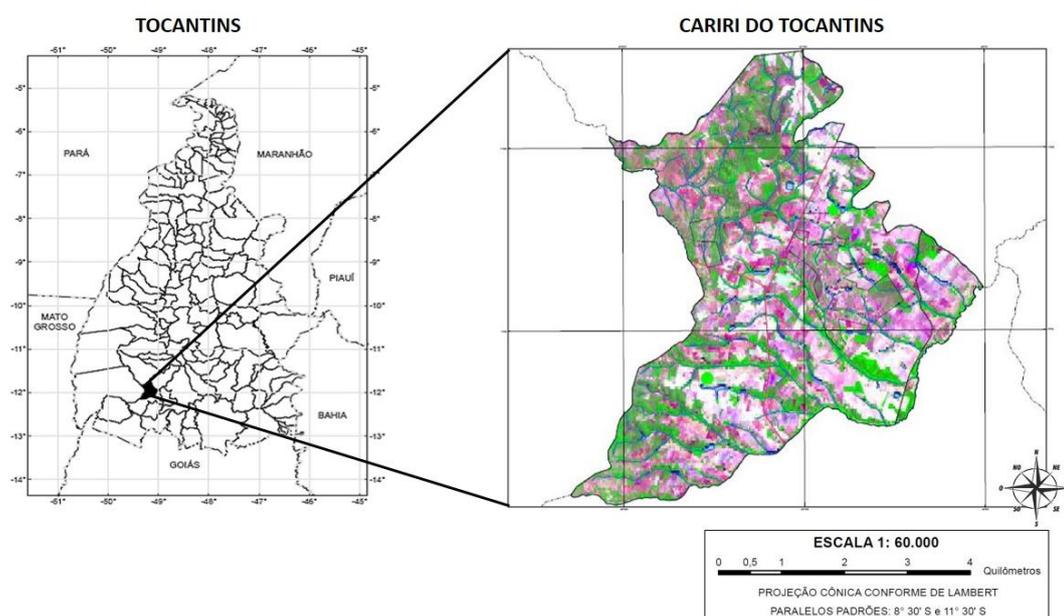
Nesse aspecto, objetivou-se realizar um diagnóstico ambiental e análise temporal dos impactos ambientais causados por um depósito de resíduos sólidos no Município de Cariri do Tocantins – TO.

MATERIAL E MÉTODO

Área de localização do estudo

O trabalho foi desenvolvido no Município de Cariri do Tocantins/TO (Figura 1). Localizado ao sul do Estado do Tocantins, possui uma área de 1.128,601 km², com cerca de 4.178 habitantes (IBGE, 2015). O clima da região segundo Köppen é do tipo AW, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação varia entre 1.500mm a 1.400mm (SEPLAN, 2012). A vegetação predominante no local é a fisionomia de cerrado *sensu stricto*.

Figura 1. Localização geográfica do Município de Cariri do Tocantins – TO



Fonte: Seplan (2014).

A área do estudo foi o depósito de resíduos sólidos (Figura 2), sob as coordenadas $11^{\circ}54'09,7''$ S $49^{\circ}09'48,0''$ W, que se encontra a aproximadamente 840 m da zona urbana de Cariri do Tocantins e a 400 m de uma das nascentes do rio Xavante.

Figura 2. Área de estudo no Município de Gurupi – A: Depósito de resíduos sólidos; B: Centro urbano de Cariri do Tocantins; C: Nascente do rio Xavante. Distância entre A e B: 840 m; Distância entre A e C: 350 m.



Fonte: Google Maps (2016).

Coleta e análise de dados referente ao diagnóstico ambiental

Para o desenvolvimento deste trabalho utilizou-se levantamento de dados em campo, foi percorrido o local de depósito do lixo e realizadas entrevistas com servidores públicos da área, para melhor entendimento do funcionamento do depósito de lixo (lixão).

Como instrumentos de registros utilizou-se GPS (Sistema de Posicionamento Global), caderneta de campo para anotação de dados relevantes inerentes a área do estudo e câmera fotográfica para construção de um acervo de imagens.

A caracterização do diagnóstico ambiental foi realizada através do *check-list* (SILVA,1999), que consiste na averiguação dos principais impactos ambientais que incidem sobre o trecho estudado, onde foram observados e registrados todos os impactos ocorrentes na área.

A análise e classificação dos impactos encontrados foram realizadas a partir do *check-list*, seguida de uma valoração (quantitativa e qualitativa) e posterior interpretação dos impactos ambientais. Esta interpretação foi feita para os meios físico, biótico e antrópico. A avaliação qualitativa do impacto no meio ambiente foi realizada utilizando os métodos propostos por Silva (1999), classificando os impactos de acordo com seu critério de ordem, valor, dinâmica, tempo, plástica e espaço.

Para melhor visualização dos impactos ocorridos na área de estudo e maiores contribuições para as análises qualitativas, elaborou-se uma rede de interação (CREMONEZ et al.,2014) dos impactos que ocorrem na área.

Para avaliação quantitativa utilizou-se o método de matriz, proposto por Leopold et al., (1971), no qual os impactos são classificados em dois atributos principais: a magnitude (grandeza, em escala espacial e temporal de um impacto) e, importância (intensidade do efeito relacionado com um dado fator ambiental, com outros impactos ou com determinadas características do local). Os impactos são descritos (tabela 1), enumerados horizontalmente e verticalmente de acordo com a magnitude e importância com valores variando de 1 a 10.

A partir dos impactos abordados foram propostas algumas medidas mitigadoras, que poderão ser aplicadas na área avaliada para minimizar os impactos adversos sofridos.

Coleta e análise de dados referente à análise temporal

No presente estudo realizou-se uma análise temporal utilizando sistema de informação geográfica (SIG), o período abordado foi dos últimos 25 anos, apresentando uma análise a cada 5 anos (1991,1996, 2001,2006,2011 e 2016). Dessa forma foi possível avaliar e verificar a evolução do uso e ocupação do solo nesse período de tempo, observando se houve um aumento da degradação ou se ocorreu um melhor uso do solo, propiciando a regeneração natural.

Através do mapeamento digital, utilizando-se as imagens TM (*Thematic Mapper*) de diferentes anos, foi possível identificar e mapear se houve incremento ou diminuição de ocupação vegetal, hidrológica e zonas urbanas, cujos resultados foram apresentados em formato vetorial.

Para os anos de 1991 a 2001, foram utilizadas imagens adquiridas na cena do satélite Landsat 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), imagens do satélite Landsat 8 - TM, para os anos de 2006 a 2016. A aquisição ocorreu por meio de download de todas as bandas brutas (pré georreferenciadas), adquiridas via internet, no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016) e no *Earth Explore* (EARTH EXPLORE, 2016). O período amostrado foi sempre no mês de maio de cada ano.

Após a aquisição das imagens, elas foram submetidas ao processo de correção geométrica (georreferenciamento) no programa ArcGis 9.3, onde potenciais distorções espaciais foram eliminadas, com o objetivo de obter um pixel de correspondência exata para pixel na comparação de duas imagens (BENITO;TORRALBO, 2012).

No mesmo programa foram feitos recortes, visualização, realces e a classificação das imagens, essa se deu por meio de polígonos identificados e mapeados visualmente, vetorizando as feições para análise de uso do solo (cursos hídricos, remanescentes vegetacionais, solo exposto, áreas urbanas, agropecuária e rodovias). Utilizou-se como base o atlas do Tocantins de 2007 e 2012, adquirido na página da web do Secretária do planejamento do Tocantins / SEPLAN–TO (SEPLAN, 2012).

Por fim, foi gerado um mosaico com as composições coloridas RGB das bandas 3, 4 e 5, nas cores azul, verde e vermelho, respectivamente. De forma a definir as características tonais das classes de uso do solo e da vegetação.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Diagnóstico ambiental

Os principais impactos ambientais observados no depósito de resíduos sólidos (lixão), apresentados e classificados no “*check-list*” foram: supressão da vegetação nativa; redução da biodiversidade (fauna e flora); descarte incorreto de resíduos sólidos: domésticos, hospitalares, civil e eletrônico; poluição do ar atmosférico; contaminação e poluição das águas superficiais e subterrâneas além da poluição e depreciação da qualidade do solo através da contaminação, compactação, exposição, redução da matéria orgânica e erosão (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação dos impactos ambientais observados na área.

Critério	Impactos Ambientais					
	Supressão da vegetação nativa	Redução da biodiversidade	Descarte incorreto de resíduos sólidos	Poluição do ar atmosférico	Contaminação e poluição das águas	Poluição e depreciação da qualidade do solo
Ordem	D	I	D	I	I	I
Valor	N	N	N	N	N	N
Dinâmica	P	P	P	P	P	P
Tempo	CP	MP	CP	MP	MP	MP
Plástica	R	R	R	IR	R	IR
Espaço	L	RG	L	E	RG	RG

Legenda - D: Direto; I: Indireto; P: Positivo; N: Negativo; T: Temporário; P: Permanente; C: Cíclico; CP: Curto prazo; MP: Médio prazo; LP: Longo prazo; R: Reversível; IR: Irreversível; L: Local; RG: Regional; E: Estratégico.

Os impactos ambientais foram relatados com base na Resolução Conama n° 001/86, que define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, dentre outras (CONAMA,1986).

Os impactos ambientais na área tiveram início com a supressão da vegetação natural, que é classificado como impacto de ordem direta, de valor negativo, espaço local, em curto prazo de tempo, dinâmica permanente e plástica reversível com a intervenção antrópica, gerando assim perda na

biodiversidade e manejo inadequado do solo, tornando-o frágil, afetando a proteção natural fornecida pela cobertura vegetal, promovendo a desestruturação do solo, diminuição da serapilheira e ciclagem de nutrientes, além de expor o solo ao processo de erosão (Figura 3).

Figura 3. A) Área em que a vegetação foi retirada; B) solo exposto com indícios de erosão.



Fonte: Arquivo dos Autores (2016)

A fauna e a flora também são impactadas pela implantação do depósito de resíduos sólidos. A fauna que havia no local antes da implantação do lixão, migrou para outros fragmentos vegetacionais ou morreram devido à falta de abrigo (habitat) e recursos (alimentação). No local avaliado (lixão) se encontram atualmente apenas animais domésticos como: cães, equinos e oportunistas como: aves, ratos, baratas e moscas. Constituindo prováveis vetores de doenças.

No que diz respeito ao descarte incorreto de resíduos sólidos no solo, impacto de ordem direta, valor negativo, dinâmica permanente, ocorre em curto prazo de tempo, a plástica é reversível e espaço local, não existe nenhum processo de separação ou reciclagem dos mesmos, misturando lixo comercial, domiciliar, civil, eletrônico e hospitalar. Esses são despejados no local em valas de 5 metros de profundidade sem qualquer medida de preparação ou impermeabilização do solo (Figura 4 A e B).

Figura 4. A) Resíduos sólidos jogados em valas sem separação ou proteção do solo; B) Vala com lixo.



Fonte: Arquivo dos Autores (2016)

O descarte de eletrônicos de forma incorreta (Figura 5), pode acarretar em grande contaminação da área, visto que, esses produtos apresentam em sua composição química metais pesados como chumbo, níquel, cádmio, mercúrio, cobre, zinco, manganês, prata, entre outros, o que lhes garante as características de corrosividade, reatividade, toxicidade e bioacumulação no solo e em lençóis freáticos (KEMERICH et al., 2013).

Figura 5. A) Resíduo sólido eletrônico presente no depósito de Cariri do Tocantins; B) Descarte inadequado dos resíduos sólidos.



Fonte: Arquivo dos Autores (2016)

A deposição incorreta de lixo hospitalar é um problema grave, pois gera riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Os fármacos podem se infiltrar no solo e contaminar o lençol freático, além de corpos d'água gerando potenciais efeitos adversos para a saúde humana, fauna silvestre e aquática (JOÃO, 2011). Além disso, o material hospitalar pode gerar a disseminação de doenças contagiosas, devido à presença de microrganismos patogênicos.

Em relação à poluição do ar atmosférico, no depósito de resíduos sólidos, impacto de ordem indireta, valor negativo, dinâmica permanente, tempo de médio prazo, plástica irreversível e espaço estratégico, além dos gases gerados e liberados no processo de decomposição ocorridos naturalmente em lixões, o problema é agravado pela queima desses materiais. Na busca de reduzir o volume dos resíduos no lixão coloca-se fogo nos resíduos, não havendo preocupação com a poluição do ar e demais impactos relacionados à essa prática (Figura 6).

Figura 6. A) Queima de resíduos sólidos no depósito de Cariri do Tocantins; B) Fumaça decorrente da queima dos resíduos.



Fonte: Arquivo dos Autores (2016)

Na queima ocorre a emissão de partículas e outros poluentes atmosféricos, diretamente ao ar livre. De modo geral, os impactos dessa degradação estendem-se para além das áreas de disposição final dos resíduos, afetando toda a população (GOUVEIA, 2012). E devido à proximidade do depósito com a zona urbana do município de Cariri do Tocantins, aproximadamente 840 m de distância, toda a poluição do ar (fumaça tóxica) atinge amplamente a população do município.

As águas superficiais (rios e nascentes próximos ao local – cerca de 400 m) também são contaminadas pelo escoamento superficial das águas no período chuvoso.

Com relação aos recursos hídricos, se torna inevitável a contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Uma vez que, são feitas valas de até 5 metros de profundidade e o chorume produzido pelo depósito de resíduos sólidos não é impermeabilizado, aumentando as chances de que os seus elementos químicos e patológicos contaminem as águas subterrâneas das áreas de influência do lixão.

A poluição das águas superficiais e subterrâneas, proveniente de aterros sanitários e lixões, pode ocorrer devido à percolação do lixiviado, que contém alta carga poluidora. O potencial de impacto do chorume está relacionado com a alta concentração de matéria orgânica, reduzida biodegradabilidade, presença de metais pesados e de substâncias recalcitrantes (NÓBREGA;ROCHA;SILVA,2015).

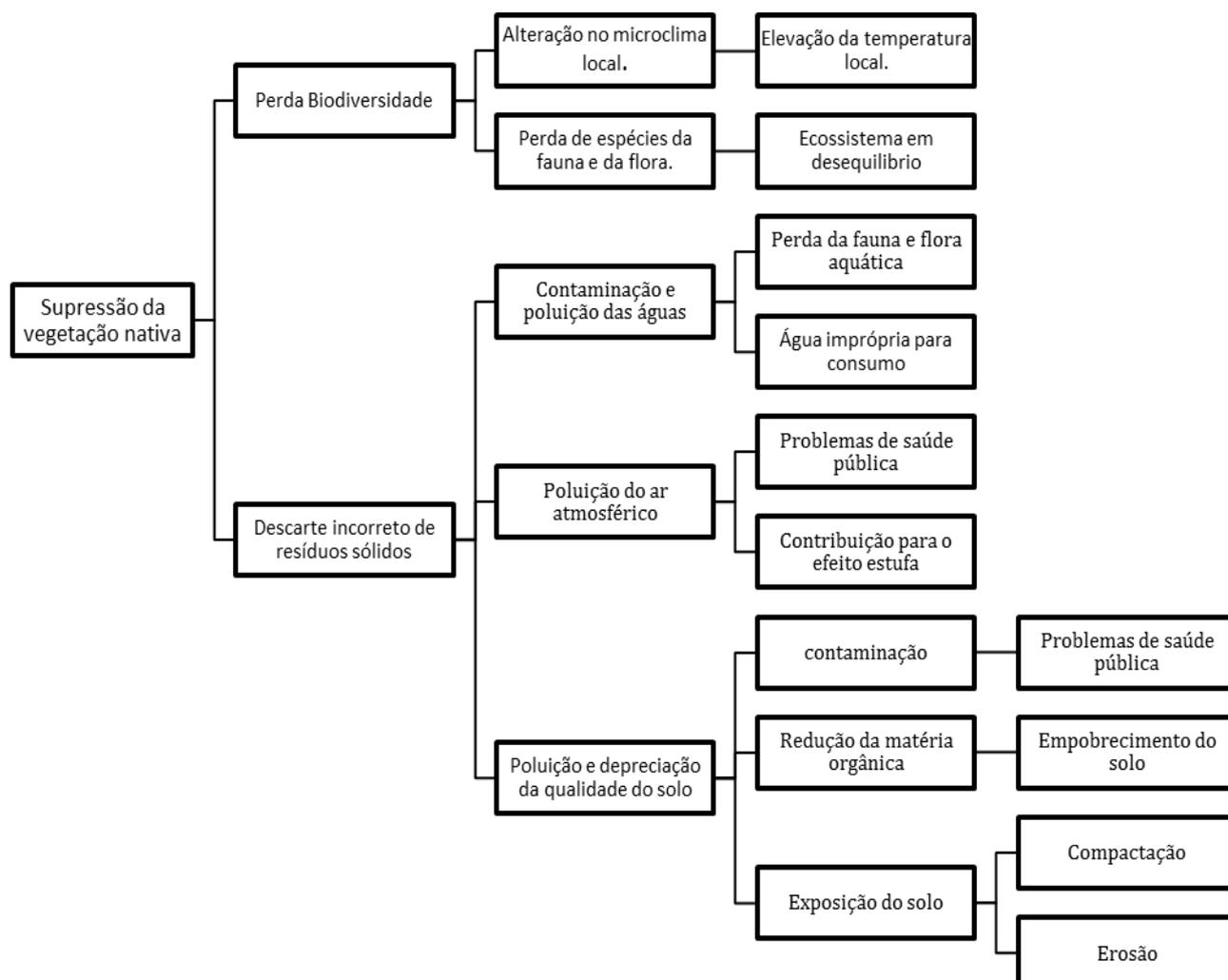
Tudo isso acarreta em inserção de elementos químicos tóxicos, contaminação, redução e/ou inibição da atividade biológica, alterações na estrutura do solo e na topografia do terreno, compactação e erosão na área de estudo, fatores esses que corroboram com o encontrado por Ismael et al. (2014). Todavia para um melhor entendimento dos efeitos de contaminação do solo na referida área, indica-se a realização futura de análises laboratoriais.

Reis et al. (2015), utilizou a rede de interação para uma melhor visualização dos impactos existentes na área de estudo e suas consequências. Esta se estabelece na série de efeitos provocados por uma ou mais ações impactantes.

A rede de interação (Figura 7), inicia-se pela ação de ordem direta, supressão da vegetação nativa, que gera os demais impactos indiretos, que são a perda da biodiversidade, que causa a perda de espécies da fauna e flora, acarretando o desequilíbrio do ecossistema, a alteração no microclima local e assim a elevação da temperatura.

Com a retirada da vegetação nativa possibilita-se o descarte incorreto de resíduos sólidos, que gera a poluição e depreciação da qualidade do solo, causando problemas na saúde pública, redução da matéria orgânica, com empobrecimento e exposição do solo, intensificando à compactação e erosão. A contaminação das águas causa a perda da fauna e flora aquática, tornando a água imprópria para consumo humano e a poluição do ar atmosférico causa problemas de saúde pública e contribuição para o efeito estufa.

Figura 7. Rede de interação dos impactos ambientais do depósito de resíduos sólidos, no Município de Cariri do Tocantins- TO.



Fonte: Arquivo dos Autores (2016)

A partir da matriz de interação foi possível fazer uma análise dos impactos ambientais que ocorrem na área, quantificando-os quanto a sua magnitude e importância, além de possibilitar a identificação de quais impactos apresentaram maior influência sobre um determinado meio (antrópico, biótico, físico ou socioeconômico), corroborando com os trabalhos de Almeida et al. (2014), Reis et al. (2015), Neres et al. (2015) e Oliveira et al. (2015).

No presente trabalho, observou-se que os maiores impactos quantificados foram no meio biótico, com os valores médios 8,16 para magnitude e 6,00 para importância. Os menores foram no meio socioeconômico, com os valores médios 5,33 para magnitude e 4,33 para importância, fato que pode ser justificado pela grande falta de associação entre o crescimento sócio econômico e a qualidade ambiental (Tabela 2).

Tabela 2. Matriz de Interação, baseada no modelo de LEOPOLD et al., (1971)

ASPECTOS AMBIENTAIS	Antrópico	Biótico	Físico		Sócio-econômico
		Flora e fauna	Água	Solo	
Supressão da vegetação nativa	6	8	5	7	4
	7	9	6	8	3
Redução da biodiversidade	8	9	7	6	3
	7	8	6	5	2
Descarte incorreto de resíduos sólidos	8	7	9	9	8
	7	8	8	8	7
Poluição do ar atmosférico	9	9	3	3	6
	8	8	4	4	5
Contaminação e poluição das águas superficiais e subterrâneas	8	9	9	6	5
	7	8	8	5	4
Poluição e depreciação da qualidade do solo	6	7	8	9	6
	5	6	7	8	5
Média	7,5	8,16	6,83	6,66	5,33
	6,83	6,00	6,5	6,33	4,33

Fonte: Arquivo dos Autores (2016)

Análise temporal

As técnicas de geoprocessamento são uma forma de estudar e monitorar a ocupação das unidades físicas do meio ambiente, estas reúne um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, desenvolvimento e uso de informações georreferenciadas além de utilizar recursos analíticos, gráficos e lógicos para a obtenção e apresentação das transformações desejadas (SILVA, 1992).

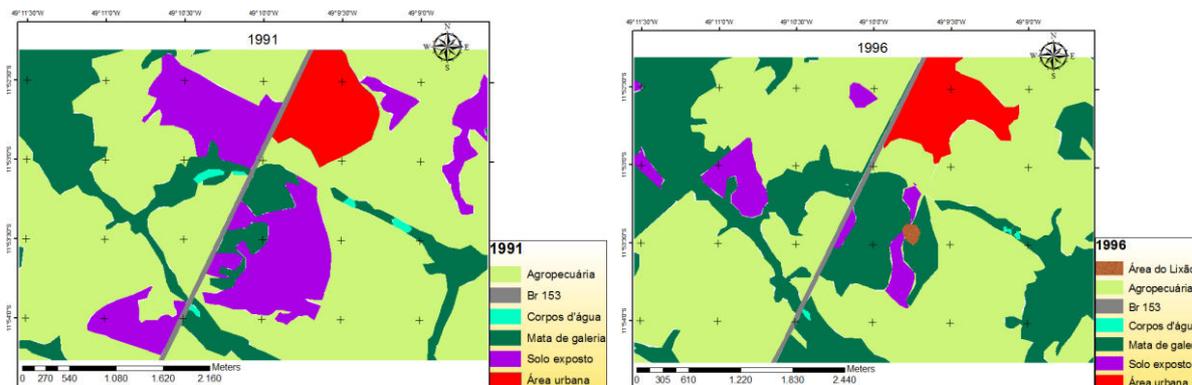
A análise temporal indicou que a flora local foi destruída antes da implantação do lixão, em 1993, ano de criação do Município, fato este que pode ser comprovado na imagem de 1991 (Figura 8).

Para a análise de uso e ocupação do solo são necessárias imagens de satélite, que hoje em dia são obtidas com facilidade em função do avanço das tecnologias. A sua utilização vêm se transformando em uma importante maneira de se constatar como o solo está sendo usado e ocupado ao longo dos anos, tanto pela intervenção humana como de maneira natural (MIGUEL; MEDEIROS; DE OLIVEIRA, 2013).

Em 1996 (Figura 8), houve uma diminuição nas áreas queimadas e expressivo aumento vegetacional, porém os cursos hídricos tiveram uma diminuição em relação ao ano de 1991, isso pode ter

ocorrido devido ao período de estiagem ou pelo aumento populacional nos últimos 5 anos, fato que o depósito de lixo (lixão) não era visível.

Figura 8. Aptidão/uso do solo da região em torno do depósito de resíduos sólidos no Município de Cariri do Tocantins, no ano de 1991 e 1996, respectivamente.

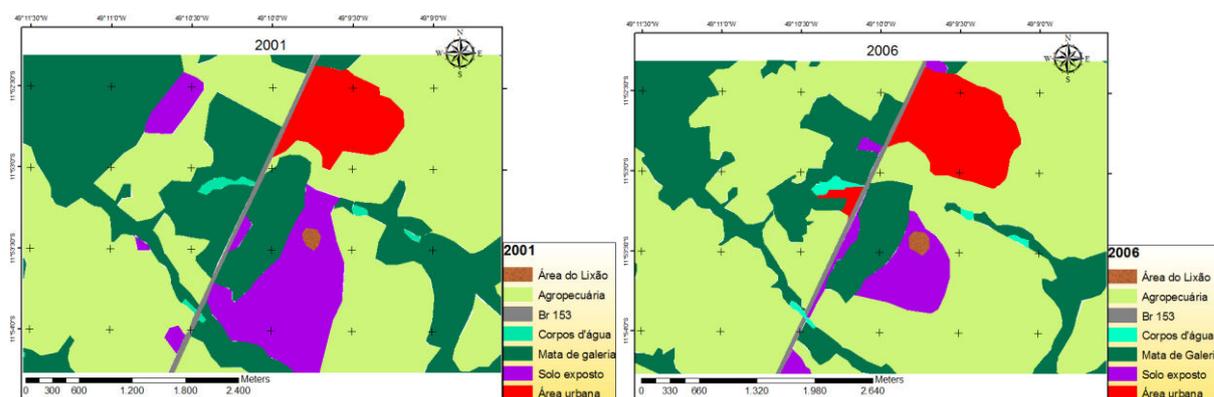


Fonte: Arquivo dos Autores (2016)

No ano de 2001 (Figura 9), as Áreas de Preservação Permanente (APP) tiveram um aumento em área, o que possibilitou um maior volume dos recursos hídricos, quando comparado ao ano de 1996. Observa-se que a área do lixão acarretou uma grande exposição do solo.

A imagem de 2006 (Figura 9), mostra que não houve diminuição das áreas de APP, porém a área do lixão que se encontrava com solo exposto, iniciou um processo de recuperação natural em relação ao ano de 2001. Houve um ligeiro aumento do volume de água e um aumento da área urbana para a região próxima ao curso d'água.

Figura 9. Aptidão/uso do solo da região em torno do depósito de resíduos sólidos no Município de Cariri do Tocantins, no ano de 2001 e 2006, respectivamente.

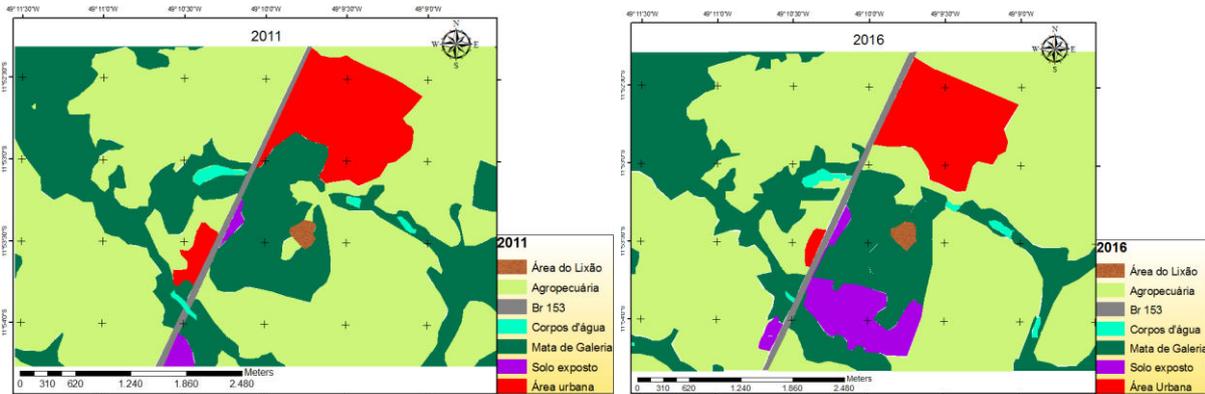


Fonte: Arquivo dos Autores (2016)

Em 2011, volta a ocorrer um aumento em área verde, tanto APPs, como a área em torno do lixão; o volume de água que permanece praticamente constante desde 2006, apresenta um pequeno aumento em 2011. Observa-se que houve um crescimento em área urbana nesse ano (Figura 10).

O último ano em análise, 2016, mostrou uma diminuição de APPs, porém os cursos hídricos permaneceram com um volume constante em relação à 2011. A zona urbana não apresentou grandes variações em extensão, mantendo-se semelhante nos últimos 5 anos (Figura 10).

Figura 10. Aptidão/uso do solo da região em torno do depósito de resíduos sólidos no Município de Cariri do Tocantins, no ano de 2011 e 2016, respectivamente.



Fonte: Arquivo dos Autores (2016)

Na área do depósito a recuperação natural ao longo de 25 anos conseguiu estabelecer uma vegetação do tipo mata de galeria e Cerrado *sensu stricto* (Figura 11).

Figura 11. Vista in situ da vegetação em torno do depósito de resíduos sólidos no ano de 2016



Fonte: Arquivo dos Autores (2016)

Portanto, apesar dos grandes malefícios que o lixão trouxe para o local em que está inserido, como a contaminação do corpo hídrico, proximidade a área urbana, queimadas com fumaça tóxica é possível perceber que houve uma revegetação da área circunvizinha ao longo dos 25 anos, principalmente em relação às áreas de APPs, isso possivelmente ocorreu devido a criação do município e as novas destinações dada a área, acrescidas de medidas fiscalizadoras, visto que passam a contar com órgãos fiscalizador próprio.

Diante do contexto, é importante ressaltar que a proximidade da área de estudo à nascentes e cursos hídricos, a grande magnitude desse impacto no meio físico e biótico e a crescente regeneração que está ocorrendo na área, demonstram a necessidade de se desativar o lixão e apressar a construção do aterro sanitário previsto na Lei Federal nº 12.305/2010, em local distante dos cursos hídricos e urbanos.

De acordo com Araújo (2015), o encerramento de um lixão continua a gerar chorume e gases por um longo período de tempo dependendo de vários fatores e condições do meio.

Assim, seria possível reforçar o processo de regeneração natural, interromper a contaminação ambiental, promovendo a recuperação da área. A partir disso é necessário criar um aterro sanitário para destinação dos resíduos. Esse deve ser feito pelo setor competente da prefeitura municipal, em local apropriado, a partir da realização de um estudo prévio, seguindo as orientações das normas e leis vigentes.

A utilização da área para implantação de um aterro sanitário não seria recomendada, pois esta não atende as exigências necessárias para esse uso, devido à distância com a cidade, cursos d'água e declividade do terreno.

Como proposto por Ismael et al. (2014), indica-se o reflorestamento da área de resíduos sólidos, realizando a descontaminação prévia, pois como os níveis de contaminação é alto as espécies não conseguiriam se desenvolver. Para fazer a descontaminação da área avaliada, indica-se uso de técnicas de biorremediação tanto microbiana quanto fitorremediação.

A primeira técnica deve ser usada para a descontaminação do solo por substâncias orgânicas, enquanto que a última será usada no tratamento de substâncias inorgânicas, como metais pesados (ISMAEL, et al., 2014).

As medidas mitigadoras que podem ser adotadas para a recuperação da área, são: o isolamento da área, retirada dos resíduos sólidos para serem destinados ao local adequado de deposição, roçada das espécies invasoras, implantação do projeto de recuperação de áreas degradadas, campanha de conscientização às pessoas para que novos resíduos não sejam jogados no local, descontaminação do solo e reflorestamento.

Outros usos, além do reflorestamento, que podem ser apontados no processo de recuperação da área, seria a reestruturação do local para áreas de lazer, porém os custos para esses fins podem ser maiores que o benefício obtido por esses usos (ISMAEL et al., 2014).

CONCLUSÃO

O trabalho possibilitou a análise dos impactos de grandes proporções, gerados principalmente no meio biótico, fauna e flora.

A análise temporal mostrou que as áreas circundantes do depósito se encontram em processo de recuperação durante os últimos 25 anos, o que indica que a área onde o lixão está inserido possui resiliência, mas será necessária a intervenção antrópica para minimização dos impactos e intensificação da recuperação.

As medidas mitigadoras serão utilizadas para a recuperação da área, estas medidas são: o isolamento da área, retirada dos resíduos sólidos para serem destinados ao local adequado de deposição, roçada das espécies invasoras, implantação do projeto de recuperação de áreas degradadas, campanha de conscientização às pessoas para que novos resíduos não sejam jogados no local, descontaminação do solo e reflorestamento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. R.; SANTOS, V. M. L.; BARROS, T. G. P. Avaliação de impactos ambientais do processo de produção de etanol utilizando método derivado da Matriz de Leopold. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 1443-1459, 2015.

- ARAÚJO, T. B de. **Avaliação de impactos ambientais em um lixão inativo no Município de Itaporanga-PB. 48**, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.
- BELI, E.et al. Recuperação da área degradada pelo lixão areia branca de Espírito Santo do Pinhal–SP. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 1, p. 135-138, 2005.
- BENITO, P. M.; TORRALBO, A. F. **Landsat and MODIS Images for Burned Areas Mapping in Galicia, Spain**. Master's of Science Thesis in Geoinformatics, Stockholm, Sweden: KTH, 2012. 93 p.
- BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Legislação Federal. Brasília/DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/12305.htm> . Acesso em: 05 mai. de 2016.
- COLET, K.M.; SOARES, A. K. Diagnóstico e índice de qualidade ambiental da bacia do córrego do Barbado, Cuiabá-MT. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n. 2, p. 022-040, 2013.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). **Resolução nº001, de 23 de Janeiro de 1986**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> Acesso em: 26 maio de 2016.
- CREMONEZ, F. E.et al. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais, Santa Maria**, v. 13, n. 5, p. 3821-3830, 2014.
- DE MEDEIROS, G. A.et al. Diagnóstico do lixão do Município de Vargem Grande do Sul, no Estado de São Paulo. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 3, p. 001-016, set./dez., 2008.
- EARTH EXPLORER. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/> Acesso em: 26 mai. de 2016.
- EUGENIO, F. C.et al. Identificação das áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 563-571, 2011.
- GOOGLE MAPS (2016). Disponível em: <https://www.google.com.br/maps> Acesso em: 26 abr. de 2016.
- GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, 2012.
- INSTITUTO DE BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE). **Cidade**: Cariri do Tocantins (2015). Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=17&search=tocantins> . Acesso em: 05 mai. de 2016.
- INPE- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Divisão de Geração de Imagens. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/index_pt.php> Acesso em: 26 maio de 2016.
- ISMAEL, F. C. M.et al. Proposta de um Plano de Recuperação para a Área do Lixão em Pombal-PB. **Informativo Técnico do Semiárido**, Pombal, v. 7, n. 1, p. 01-10, 2014.
- JOÃO, W. D. S. J. Descarte de medicamentos. **Pharmacia Brasileira**, Brasília, n. 82, p. 14-16, 2011.
- KEMERICH, P. D. D. C.et al. Impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada de lixo eletrônico no solo. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n. 2, p. 208 – 219, 2013.

LEOPOLD, L. B. et al. A procedure for evaluating environmental impact. Washington: United States. **Geological Survey**, 1971. 13p. (Circular 645).

MELO, J.A.B.et al. Análise ambiental e do estado de deterioração da microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 172 – 178, 2010.

MIGUEL, A.E.S.; MEDEIROS, R.B.; DE OLIVEIRA, W. Uso do geoprocessamento para análise ambiental da bacia do córrego Sapé, Brasilândia/MS. **Revista Geografia em Atos**, Presidente Prudente, v.2, n.13, p.42-57, 2013.

NERES, N. G. C.et al. Avaliação ambiental e indicação de medidas mitigadoras para a Nascente do córrego Mutuca, Gurupi- TO. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11, n.2, p. 2824-2834, 2015.

NÓBREGA, C.C.; ROCHA, E.M.R.R.; DILVA, C.M. Análise temporal da qualidade físico-química e microbiológica das águas dos poços localizados na área de influência de um lixão desativado: Estudo de caso do lixão do Roger – JP/PB. In: CONGRESSO INTERNACIONAL RESAG - Gestão da água e monitoramento ambiental, 2, 2015, Aracaju. **Anais...** Aracaju: UNIT, 2015. Pp. 79-88.

OLIVEIRA, A. L.et al. Análise qualitativa dos impactos ambientais no meio abiótico em um depósito de resíduos sólidos. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11, n.22, p. 184-199, 2015.

PROJETO DE LEI DO SENADO nº 425. 2014. **Prorrogação do prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de que trata o art. 54 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/mateweb/arquivos/mate-pdf/170495.pdf> Acesso em: 05 maio 2016.

REIS, A. S.et al. Impactos ambientais diagnosticados na nascente do córrego San Rival- fazenda Meu Paraíso, Palmeirópolis – Tocantins. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11, n.21, p. 3166-3184, 2015.

SEPALAN - SECRETÁRIA DE PLANEJAMENTO DO TOCANTINS. Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial, Palmas. **Atual**, v.6, 2012.

SEPALAN - SECRETÁRIA DE PLANEJAMENTO DO TOCANTINS. **Zoneamento: Mapas – Carta Imagem: Municípios do Tocantins. 2014**. Disponível em: <http://seplan.to.gov.br/zoneamento/mapas/cartas-imagem-municipios-do-tocantins/ano-2014/> . Acesso em: 05 mai. de 2016.

SILVA, E. **Técnica de Avaliação de Impactos Ambientais Viçosa**. Viçosa: CPT (Centro de Produções Técnicas), 1999, p.64.

SILVA, J. X da. Geoprocessamento e análise ambiental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 54, p. 47-61, jun./set. 1992.

TOMMASI, L. R. **Estudo de Impacto Ambiental**. São Paulo: CETESB/Terragraph Artes e Informatica, 1993. 354 p.

