

USO DO GEOPROCESSAMENTO COMO AUXÍLIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR LAVA A JATO.

USE OF GEOPROCESSING AS AID TO IDENTIFY ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY LAVA A JATO.

Carla Diana Olímpio de Sousa

Engenheira Ambiental / Universidade do Estado do Pará. (dianaolimpio13@gmail.com)

Silvio Santos de Lemos

Engenheiro Ambiental / Universidade do Estado do Pará. (silviolemosamb@gmail.com)

Antônio Pereira Júnior

Biólogo / Universidade do Estado do Pará. (antonio.junior@uepa.br)

Resumo

A atividade de lavagem de veículos é historicamente considerada potencialmente poluidora, e o uso de geotecnologias é eficiente para auxiliar na identificação dessa poluição. O objetivo desta pesquisa foi estimar, com o auxílio dessa tecnologia, a probabilidade de poluição hídrica de quatro microbacias – MB_A, MB_B, MB_C e MB_D –, da Bacia Hidrográfica do rio Mãe do Rio, localizadas na zona urbana do município de Mãe do Rio – PA. O método aplicado foi o dedutivo e a pesquisa, quanto à natureza, foi de caráter descritivo. A análise dos dados obtidos indicou que a presença de 24 lava a jato, presentes no município, aumenta a probabilidade de poluição dos recursos hídricos, pois utiliza substâncias de alto teor tóxico como, por exemplo, o hidróxido de sódio – NaOH, ácido muriático ou clorídrico – HCl, e o ácido fosfórico – H₃PO₄. A microbacia com maior probabilidade de poluição é a MB_D, pois possui 40% de área com cobertura vegetal e concentra nove lava a jato com maior vazão de efluentes (13.401 L/d). Logo, foi constatada a eficácia do uso das geotecnologias como auxiliador para estimar a probabilidade de poluição das microbacias, a partir das curvas de nível que variam com cota mínima de zero a cinco metros, e máxima de 20 a 32 metros, além das cartografias de representação do terreno com setas de direção de fluxo do escoamento superficial, as quais possibilitam a tomada de decisões.

Palavras-chave: geoprocessamento; lavagem de veículos, microbacias.

Abstract

The activity of washing vehicles is historically considered to be potentially polluting, and the use of geotechnologies is efficient to assist in the identification of this pollution. The objective of this research was to estimate the probability of water pollution of four micro basins - MB_A, MB_B, MB_C and MB_D - of the Mãe do Rio River Basin, located in the urban area of the city of Mãe do Rio - PA. The method applied was the deductive and the research was descriptive in nature. The analysis of the data indicated that the presence of 24 jet wastes present in the municipality increases the probability of pollution of the water resources, because it uses substances of high toxic content, such as sodium hydroxide - NaOH, muriatic acid or hydrochloric acid - HCl, and phosphoric acid - H₃PO₄. The MBD is the most likely to be polluted, since it has 40% of the area covered by vegetation and concentrates nine jet washes with the highest effluent flow (13,401 L / d). Therefore, it was verified the effectiveness of the use of geotechnologies as a tool to estimate the probability of pollution of the micro catchments, from the level curves that vary from 0 to 5 meters and a maximum of 20 to 32 meters, as well as the cartographies of representation of the terrain with flow direction arrows of the surface runoff, which enable decision making.

Key-words: Geoprocessing; Microbasin; Vehicle washing.

1 INTRODUÇÃO

Os lava a jato são microempresas e, como

tal, colaboram para o desenvolvimento das cidades, ao participar da distribuição de renda, empregar pessoas e atender outros setores da

economia, além do público em geral, porém, precisam se adequar à sustentabilidade ambiental, não desperdiçando água nem insumos, tratando seus efluentes e reutilizando a água residuária (ASEVEDO; JERÔNIMO, 2012).

Estudos realizados em diferentes partes do mundo (HASHIM; ZAYADE, 2016; O'SULLIVAN *et al.*, 2011) vêm demonstrando o potencial poluidor das águas residuárias oriundas dos serviços de lavagem de veículos, por conterem surfactantes, óleos e graxas, alta concentração de matéria orgânica, metais pesados e sólidos totais suspensos (ROSA *et al.*, 2011).

Essa atividade surgiu com a finalidade de facilitar a vida das pessoas que querem seus automóveis limpos. Os óleos lubrificantes e outras graxas utilizadas nos automóveis para evitar o desgaste dos elementos do motor, após um período de uso, precisam ser substituídos, e a lavagem deles origina um resíduo perigoso que, por ser tóxico, torna-se um fator de risco ao meio ambiente e à saúde humana (NUNES; BARBOSA, 2012).

A água utilizada na lavagem de veículos representa uma parcela bastante significativa do consumo de água para uso doméstico. Segundo Baleixe (2013), baseado em dados da Secretaria Municipal de Meio Ambiente– SEMM:

No Brasil, cerca de 32.700 postos de lavagem consomem 3,7 milhões de m³/mês, o equivalente ao consumo mensal de uma cidade de 600 mil habitantes. Em Belém-PA, são 480 postos de lavagem licenciados pela prefeitura, excluindo empresas de ônibus, transportadoras e revendas de carros (BALEIXE, 2013, p. 9).

Mas, os lava a jato apresentam características poluíveis, como, por exemplo, o emprego de produtos químicos e a geração de efluente contendo óleo residual, conferindo, assim, uma posição de atenção para a necessidade de monitoramento, visando à prevenção de processos degradativos. Nesse contexto, torna-se pertinente realizar avaliação de aspectos e impactos ambientais para inferir e determinar sobre o grau de impactos ambientais causados por lava a jato no meio urbano (SALLES, 2008). A sua localização e o ato de lavar em si dos lava a jato necessitam ser analisados, pois, quando não há infraestrutura ou esta é precária, pode acarretar graves problemas, a partir dos despejos de efluentes resultantes da lavagem dos veículos

que, em geral, são constituídos por sabões, detergentes, ceras, graxas, silicone, querosene, gasolina etc. Sem o tratamento adequado, afeta-se o meio ambiente e compromete a qualidade da água dos rios (LIMA *et al.*, 2015).

Em relação aos óleos e graxas, produtos derivados do processo de extração e refino do petróleo, em sua maioria, esses compostos apresentam toxicidade para o ser humano e para o meio ambiente, mesmo em baixas concentrações. Então, pode-se afirmar que os lava a jato são empreendimentos com alto potencial de contaminação da água (SOEIRO, 2014).

No Brasil, não há legislação específica para tais empreendimentos. Mas, em relação ao lançamento de efluentes, alguns princípios constam nas Resoluções CONAMA 273/2000 e 362/2005, alteradas pela Resolução 450/2012 (CONAMA, 2000, 2005b, 2012), as quais dispõem sobre a prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços, e sobre o óleo lubrificante usado ou contaminado –Oluc. Quanto à proteção da qualidade dos recursos hídricos, a Resolução CONAMA 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, e as condições e padrões de lançamento de efluentes são estabelecidos na Resolução CONAMA 430/2011 (CONAMA, 2005a, 2011). Todavia, tais legislações ainda não são aplicadas com efetividade.

A preocupação em minimizar os impactos ambientais negativos causados por empreendimentos com potencial degradador, como os lava a jato, teve início com a promulgação da Política Nacional do Meio Ambiente instituída pela Lei 6.938/1981, art. 10:

A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento por órgão estadual competente, integrante do SISNAMA, sem prejuízo de outras licenças exigíveis (BRASIL, 1981).

Nesse contexto, se faz necessário a realização de estudos para melhor compreender os possíveis impactos desta atividade, a fim de prevenir ou minimizá-los (TORRES *et al.*, 2008),

especialmente no que se refere às bacias hidrográficas, que são os ecossistemas mais adequados para avaliação dos impactos causados por atividade antrópica.

O termo bacia hidrográfica refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água. Esse compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes. Os conceitos de bacia e sub-bacias se relacionam a ordens hierárquicas dentro de uma determinada malha hídrica, ou como sendo extensões de terras delimitadas por divisores de águas e drenadas por um rio e seus tributários (ARAÚJO *et al.*, 2009).

Atualmente, para esse tipo de estudo, devido à infiltração, percolação e contaminação do lençol freático, a utilização de geotecnologias torna possível a geração de arquivos que contenham informações para o planejamento ambiental e tomadas de decisões, tais como: limites da área de estudo, hidrografia digital de acordo com o sentido do escoamento superficial, direção do fluxo, além de dados de altimetria a partir das curvas de nível (LOPES JÚNIOR *et al.*, 2014).

Para que o uso de geotecnologias seja correto e adequado, é necessário conhecer as características naturais de determinada área de estudo, para o estabelecimento de sua potencialidade e suscetibilidade à contaminação, assim como a identificação e a localização das atividades produtoras de cargas potencialmente poluidoras, decorrentes da ação antrópica (MARION, 2011). Assim, utilização das geotecnologias, tais como *softwares* de geoprocessamento, pode ser fundamental para o planejamento de ações e monitoramento dos impactos ambientais gerados por lava a jato.

Enfim, os lava a jato como atividade econômica geram recursos locais, mas causam impactos aos corpos hídricos e aos municípios onde a legislação ambiental não é atuante. Sendo este um problema real, justifica-se a realização da presente pesquisa, pois é necessário que sejam coletados dados sobre a relação entre a atividade do lava a jato e os impactos nos corpos hídricos, a partir da utilização de tecnologias, a exemplo do sensoriamento remoto, e de ferramentas tecnológicas, como o *Global Positioning System – GPS*, de e técnicas de geoprocessamento, como o *3D Analyst Tools, Create TIN*). Tais tecnologias permitem um planejamento ambiental e legislações municipais mais efetivas.

Objetiva-se, assim, com este estudo, analisar, qualitativamente, a atividade de lava a jato, considerados potencialmente poluidores, a partir de informações obtidas com o uso das geotecnologias de sensoriamento remoto, Sistemas de Informação Geográfica–SIG e cartografia digital, para estimar a probabilidade de poluição hídrica nas quatro microbacias (MBA, MB_B, MBC e MB_D) pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Mãe do Rio, e localizadas na zona urbana do município de Mãe do Rio – PA.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Geotecnologias

A geotecnologia é um conjunto de técnicas que coletam, analisam e processam informações da terra e as colocam à disposição com referências geográficas, ou seja, é o conceito dado aos estudos que estão ligados a tecnologias da informação (PREZENTE, 2011). Estas são representadas, principalmente, pelo Sensoriamento Remoto (imagens de satélite), Sistema de Informação Geográfica –SIG, e dados de Sistema de Posicionamento Global – *Global Positioning System – GPS*. Tais tecnologias, em especial o geoprocessamento, mostram-se extremamente importantes, pois, além de possibilitarem a identificação das áreas vulneráveis a partir da integração de variáveis ambientais, as mesmas podem realizar a interação da vulnerabilidade natural com as áreas de influência das atividades potencialmente contaminantes (BAUZYS, 2010; MARION, 2011).

O geoprocessamento é uma das ferramentas do SIG mais utilizada, pois proporciona informações importantes e busca a execução de levantamentos, análises e cruzamento de informações georreferenciadas. Os mapas e as imagens de satélite estão sendo cada vez mais usados para a confecção de desenhos em meio digital, a fim de gerar mapas com o uso da computação (*software e hardware*). Já a plotagem, conhecida como cartografia automática ou digital, é utilizada para a realização da manipulação de dados, os quais serão de extrema importância para tomada de decisões (FITZ, 2008).

A representação do relevo do terreno, de forma física ou digital, é fundamental para o planejamento territorial, e o método por excelência para tal representação é em planta, pois permite ao usuário ter um valor aproximado

da altitude em qualquer parte da carta. Dentre as várias formas de se representar o espaço geográfico, há as curvas de nível, as quais constituem uma linha imaginária do terreno, em que todos os pontos da referida linha têm a mesma altitude, acima ou abaixo de uma determinada superfície de referência, geralmente o nível do mar (BIELENK JÚNIOR *et al.*, 2012). Outra forma de representação é denominada *Triangulated Irregular Network* – TIN, sendo esta uma rede triangular que corresponde a uma “estrutura topológica de dados vetoriais, na qual pontos (nós) com coordenadas planialtimétricas conhecidas são ligados por linhas (arestas) formando triângulos irregulares (o mais próximo possível de equiláteros) e contíguos” (OLIVEIRA; MEDEIROS; GALO, 2013, p.1). Dessa forma, é possível obter uma estrutura de rede de triângulos a partir de qualquer padrão de distribuição amostral, seja regular ou irregular.

Além destas, pode ser utilizado o Modelo Digital de Elevação – MDE, caracterizado por ser um produto do tipo *raster* (formado por *pixels*). O MDE permite a visualização célula a célula (*pixel*) da altimetria do terreno. A forma de representação espacial do modelo é bidimensional, o que permite, por meio do mapa, identificar o gradiente de distribuição da altimetria em relação ao nível do mar. Os MDE's consistem em uma das principais formas de representação do relevo que podem ser usados para extrair informações de declividade, orientação de vertentes e curvatura do terreno, considerados como informações espaciais de grande importância para análise da superfície terrestre (MARION, 2011).

2.2 Impactos na qualidade da água

Entre os recursos naturais que os seres humanos dispõem, a água consta como um dos mais importantes, por ser indispensável à sobrevivência, no entanto, a utilização cada vez maior dos recursos hídricos tem resultado em problemas, não só na carência dos mesmos, bem como no comprometimento da sua qualidade (MOTA, 2008). O grande crescimento populacional, atrelado ao crescente consumo humano, está embasado no desenvolvimento econômico, o que aumenta cada vez mais a poluição no mundo. Um dos graves problemas que atingem a qualidade das águas dos rios e lagos refere-se ao descarte dos efluentes sem tratamento prévio (decantação – Separador água

x óleo – SAO; decantação com solução de sulfato de alumínio ferroso a 12,5%, entre outros), bem como a implantação de indústrias em locais inadequados. O crescimento urbano, a ação do homem sobre áreas urbanas e rurais, e suas formas de uso e ocupação do solo vêm degradando drasticamente o meio ambiente (CNUMA, 2017; TOSTA *et al.*, 2012).

Outro crescimento observado é o da frota brasileira de veículos, e isso ocorre em proporções maiores do que o aumento da população. Grande parte dessa frota utiliza-se dos serviços dos lava a jato, multiplicando, assim, o número de unidades desse tipo de empreendimento, tanto de forma legal como ilegal, no país. Sabe-se que a grande parte desses lava a jato não realiza nem um tipo de tratamento dos efluentes gerados pela natureza de sua atividade, o que faz aumentar a geração de resíduos, quantidade considerável para se poluir e degradar os recursos hídricos (LEITE, 2009).

Com isso, tem-se um consumo de água exagerado e a conseqüente produção de águas residuárias na lavagem de veículos, o que denota a urgente necessidade de se investir em tecnologias que possibilitem o tratamento e reuso dessas águas residuárias na própria empresa, de forma a atenuar os impactos das cargas poluidoras que seriam descarregadas no corpo receptor. Além disso, o tratamento e reuso dessas águas residuárias também reduz o uso de água de boa qualidade para lavagem de veículos, considerada de fins menos nobre (ROSA *et al.*, 2011).

2.3 Lava a jato e os efluentes

Os detergentes (agentes tensoativos ou surfactantes), embora existam atualmente em versões biodegradáveis, são grandes causadores de poluição nas águas. Isso se dá, principalmente, pela presença de fosfato (PO_4^{-3}) em sua composição, o que influi na propagação de algas e outros organismos aquáticos que, em grande quantidade, dificultam as trocas gasosas entre a superfície da água e a atmosfera. Nesse contexto, quando há presença de detergente na superfície da água, o gás carbônico (CO_2) não é liberado da água e, por sua vez, impede a nova oxigenação, podendo levar à morte organismos aquáticos (QUEIROZ *et al.*, 2014).

Outra substância amplamente utilizada na fabricação de surfactantes é o hidróxido de sódio

(NaOH). Este é aplicado em diversos meios, como na fabricação de sabões e glicerol, refinação de petróleo, fabricação de papel, regeneração de borracha, na obtenção de compostos do sódio, dentre outras aplicações (FREITAS, 2013). O NaOH apresenta massa específica de 2,12 g/mL, ponto de fusão de 318,4 °C e ponto de ebulição de 1390 °C. Além disso, é uma substância bastante solúvel em água e em álcool, podendo destruir o tecido vegetal e animal, o que o levou a ser denominado de soda cáustica (SILVA, 2012).

Em relação à comercialização dessa soda, ela é efetuada em escamas brancas, altamente deliquescentes (absorvem água da atmosfera, dissolvendo-se nela) e com concentração média de 96 a 98% de hidróxido de sódio em peso, dependendo da sua especificação (FERNANDES; GLÓRIA; GUIMARÃES, 2009). Vale ressaltar que a soda cáustica é obtida pelo processo de evaporação da soda cáustica líquida.

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, que geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. Essas substâncias também possuem diversos elementos tóxicos (Cromo – Cr; Cádmiu – Cd; Chumbo – Pb; e Arsênio - As) que são, em sua maioria, bioacumulativas (BERTI *et al.*, 2009). Os produtos derivados do processo de extração e refino do petróleo, como é caso dos óleos e graxas, são, em sua maioria, compostos que apresentam toxicidade para o ser humano ou para o meio ambiente, mesmo em baixas concentrações, como já mencionado.

Diante desses fatos, quais sejam, geração de efluentes contendo contaminantes, destinação inadequada dos mesmos e o desconhecimento quanto à contaminação ou não de microbacias, as oficinas mecânicas e os lava a jato mostraram-se como empreendimentos de alto potencial de contaminação da água (SOEIRO, 2014).

2.4 Legislação hídrica, ambiental e reguladora de lava a jato

Em relação à proteção da qualidade dos recursos hídricos, a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA de nº. 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos e diretrizes ambientais para seu enquadramento, e a Resolução CONAMA de nº. 430/2011 estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005a; 2011). De acordo com a Lei de nº. 6.938/1981, os lava a

jato precisam ser implantados em locais adequados, visando a reduzir e prevenir a poluição (BRASIL, 1981).

Outro problema é quanto à localização dessa atividade poluidora, pois os efluentes gerados podem sofrer infiltração, percolação e contaminar os lençóis freáticos. Por isso, estes estabelecimentos não devem ser implantados em locais com solo permeável e precisam possuir caixas de areia para reter o material mais pesado resultante da lavagem dos automóveis, como também caixas separadoras de água e óleo (CORTEZ *et al.*, 2013).

Para regular essa atividade, a Resolução CONAMA de nº. 273/2000, estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Nela, estão enquadradas as empresas de lavagem de veículos, as quais devem prover os locais das atividades de um tratamento preliminar das águas residuárias, por meio de caixa de areia e do sistema separador de água e óleo - SAO (CONAMA, 2000).

Em relação ao uso da água, a Agência Nacional de Águas – ANA e os órgãos gestores de recursos hídricos estaduais são responsáveis pela fiscalização dos serviços de saneamento no que concerne ao uso dos mananciais de abastecimento e à poluição dos corpos hídricos. A outorga é emitida por autoridades da União, dos estados e do Distrito Federal, de acordo com o domínio do corpo hídrico, sejam rios e lagos que banham mais de um estado ou país, ou ainda, as águas armazenadas em reservatórios de propriedade federal, nestes casos, emitidas pela ANA (ANA, 2017).

Na esfera estadual, a Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Pará de nº. 116/2014 classifica a atividade de lavagem de veículos como potencial poluidor III, o mais alto grau dessa resolução (COEMA, 2014). Além das referidas providências para retirar a licença ambiental deste tipo de empreendimento, de acordo com o artigo 12 da Lei Estadual (Pará) de nº. 6.381/2001, é necessário retirar a outorga para o direito ao uso da água, já que tal atividade a utiliza como insumo, bem como lança os efluentes (tratados ou não) em corpos de água, sobre os solos e esgotos.

A obtenção da mencionada outorga está normatizada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH (PARÁ, 2014) que, no uso das

atribuições e competências que lhe são conferidas pela Lei Estadual de nº. 6.381/2001, alterada pela Lei Estadual de nº. 7.026/2007 e regulamentada pelo Decreto de nº. 2.070/2006, determina quais os valores de consumo/dia cuja outorga é dispensada: até o máximo de 40m³/dia para uso residencial e de 5 m³/dia para os demais usos. Portanto, é necessária a avaliação desse consumo pelos lava a jato, para verificação sobre o volume consumido/dia e, assim, determinar a necessidade ou não da licença.

3 METODOLOGIA

3.1 Fisiografia do município

A pesquisa foi realizada no perímetro urbano do município de Mãe do Rio (Figura 1).

O município em tela está localizado na mesorregião do nordeste paraense, na microrregião do Guamá, com sede na latitude de 02° 02' 47" S e longitude de 47° 33' 02" W. Possui população estimada em 29.260 habitantes e detém área total aproximada de 469 km² (IBGE, 2016). O relevo é predominantemente plano a suavemente ondulado, com altitudes médias em torno de 48 metros acima do nível do mar (PAIXÃO; OLIVEIRA, 2009), com solo classificado como Latossolo Amarelo Distrófico. O

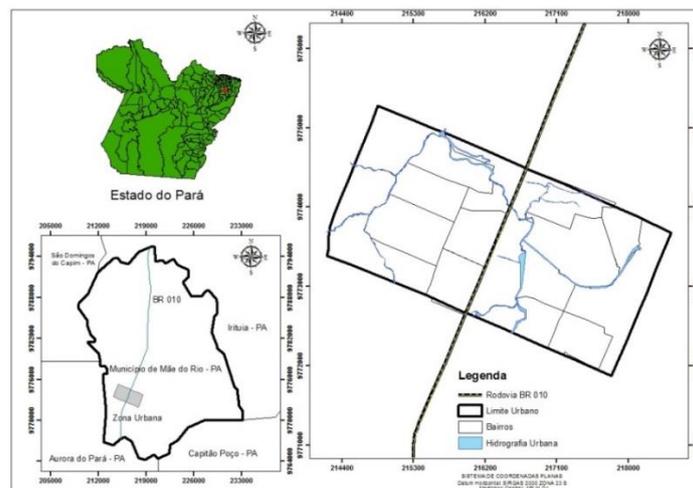
Latossolo amarelo apresenta boas condições físicas de retenção de umidade e boa permeabilidade, no entanto, o distrófico possui horizonte superficial modificado, o que ocasiona a perda dessas características, se tornando mais compactado (EMBRAPA, 2017). A vegetação é, predominantemente, representada por floresta secundária, campos de cultivo agrícola, pastagens e capoeiras nas margens do rio Mãe do Rio (Figuras 2a – margem esquerda; 2b – margens direita e esquerda), além de pequenas porções preservadas de mata de galeria e florestas de várzeas.

Em relação à hidrografia local, a bacia hidrográfica do município com maior expressão é a do rio Mãe do Rio, além de suas microbacias – MB_A, MB_B, MB_C e MB_D (Figura 3) –, de acordo com Plano Diretor do município.

O rio Mãe do Rio é de fundamental importância para a cidade, pois o mesmo constitui a identidade sociocultural do município, dando o nome a esta localidade (PAIXÃO; OLIVEIRA, 2009).

Para elaboração dos gráficos e para composição dos mapas de solo e hidrográficos, bem como para elaboração de curvas de níveis, foram utilizados *softwares* específicos (Quadro 1).

Figura 1- Cartografia de localização do município de Mãe do Rio – PA.



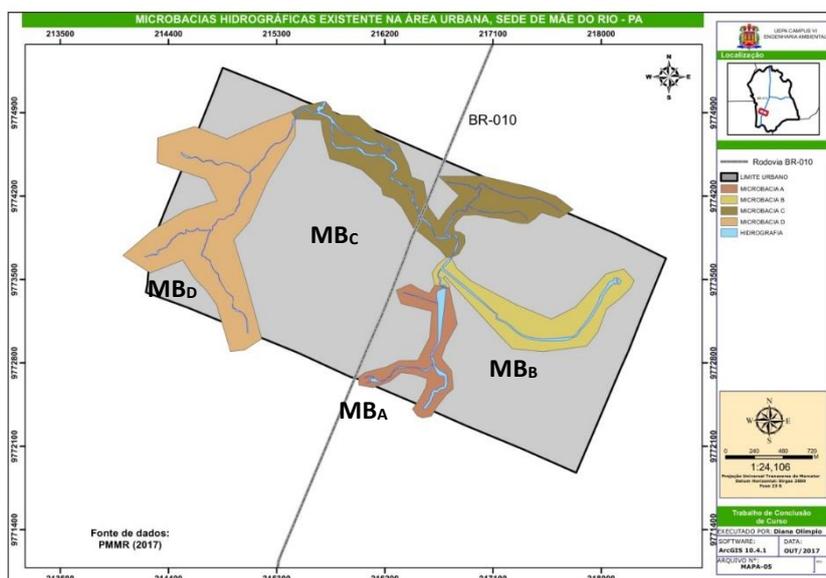
Fonte: autores (2017).

Figura 2 - Vegetação marginal em zona urbana do rio Mãe do Rio, Pará:
a) PA 125; b) Rua Bernardo P. de Oliveira.



Fonte: autores (2017).

Figura 3 – Mapa hidrográfico das quatro microbacias pesquisadas na área urbana de Mãe do Rio – PA.



Fonte: autores (2017).

Quadro 1 – Softwares utilizados no processamento dos dados necessários à produção desta pesquisa.

Softwares	Ano de fabricação	Finalidade	Ferramentas
ArcGIS 10.1	2010	Elaboração do Modelo tridimensionais do terreno – TIN.	3D Analyst Tools Create TIN
		Elaboração Modelo Digital de Elevação – MDE.	3D Analyst Tools TIN to Raster
		Elaboração Mapa de direção do fluxo de escoamento superficial	Resample
CAD (Computer Aided Design)	2010	Conversão de arquivos DWG	Conversor
BioEstat 5.0	2008	Elaboração de gráficos	Gráfico Linha Coluna

Fonte: autores (2017).

O método aplicado foi o dedutivo, no qual, de acordo com Diniz e Silva (2008), a conclusão está implícita nas premissas, ou seja, no nosso caso, os lava a jato geram efluentes capazes de contaminar os corpos hídricos, logo, a conclusão é verdadeira. Dessa forma, parte-se da premissa verdadeira de que a atividade de lavagem de veículos é historicamente considerada como altamente poluidora, tanto que está enquadrada na Resolução do COEMA de nº. 116:2014 como de potencial poluidor grau III, o mais alto grau dessa resolução.

A pesquisa assumiu caráter descritivo, em consonância com Gil (2008), quando são descritas as características de determinadas populações ou fenômenos. Uma das peculiaridades dessa pesquisa está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática. Na pesquisa em Mãe do Rio, a obtenção de dados foi efetuada com a aplicação de vinte e quatro formulários de caráter misto, nos meses de maio a julho de 2017, além do levantamento de dados documentais, com recorte temporal compreendido entre 2008 a 2017, em *sites* abertos ao público (*Google* acadêmico, ISSUU e instituições de ensino superior cuja linha de pesquisa seja similar ao desta pesquisa), além de *links* oficiais de gestão pública (esferas federal, estadual e municipal).

Os dados obtidos foram tratados estatisticamente com o uso da Estatística descritiva: média, frequência absoluta e relativa, a partir de planilhas eletrônicas geradas no *software* Excel (2010). Em seguida, foi estimada a probabilidade de poluição das quatro microbacias, a partir dos seguintes aspectos:

1- Separação dos pontos de lava a jato de acordo com sua contribuição nas microbacias; isto foi determinado a partir da direção do fluxo conhecida.

2 - O número de lava a jato por microbacia foi multiplicado pela vazão média de efluentes desses empreendimentos, para obter a vazão de efluentes contribuintes por microbacia, com o uso da Equação 1.

3 - A contribuição total da carga bruta da Demanda Química de Oxigênio para cada microbacia, a partir da Equação 2, preconizado por Espinoza *et al.* (2009).

4 - A distância entre ponto e o corpo hídrico e a porcentagem de vegetação em cada microbacia.

5 - Classificação das microbacias quanto à probabilidade de contaminação: alta, média, baixa e muito baixa.

$$Q_c = n \cdot Q \quad (1)$$

Onde:

Q_c : Vazão de contribuição das microbacias (L/d)

n : Número de lava a jato que contribui para a microbacia

Q : Vazão média de efluentes por lava a jato (L/d)

$$\Delta DQO_b = Q \cdot XDQO \quad (2)$$

Onde:

ΔDQO_b : Carga poluidora bruta (kg/d)

Q : Vazão média de efluentes (L/d)

$XDQO$: Média de concentração de DQO (mg/l)

Vale ressaltar que toda a base de dados espaciais georreferenciadas foi transferida para o Datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS 2000, no sistema Projeção Universal Transversa de Mercator–UTM, zona 23 sul. Essas operações foram fundamentais, pois esta pesquisa envolveu a manipulação de dados espaciais por meio de Sistema de Informações Geográficas (SIG). A escala de trabalho adotada para este estudo foi de 1:200.000. A seguir, apresentam-se as etapas para geração dos modelos digitais de representação do terreno.

Representação do terreno – curvas de nível

Para a caracterização topográfica da área pesquisada, foram utilizadas as curvas de nível levantadas pela Prefeitura Municipal de Mãe do Rio em parceria com a Universidade Federal do Pará, as quais realizaram o projeto Moradia Cidadã, no ano de 2015. As curvas de nível foram disponibilizadas em formato *Drawing Database* (*.dwg), a partir do *software* AutoCAD, e realizou-se a conversão do arquivo para o formato *shapefile* (arquivos espaciais vetoriais para manipulação nos sistemas de informação geográficas) no *software* Arcgis 10.1. Importante ressaltar que o arquivo em *shapefile* foi projetado para o Datum SIRGAS 2000 e zona UTM 23 S. As curvas de nível foram os dados topográficos

primários para a análise deste estudo; a partir delas, foram gerados modelos TIN, MDE e setas de direção de fluxo que indicam a direção do escoamento superficial.

Geração de: (1) Triangulated Irregular Network – TIN; (2) do Modelo Digital de Elevação – MDE e (3) do Mapa de Direção de Fluxo de Escoamento Superficial

1 – Para simples visualização do relevo da zona urbana de Mãe do Rio, área de interesse deste estudo, foi delimitado o modelo tridimensional do terreno, a partir das curvas de nível. Para geração do modelo tridimensional do terreno, foi utilizado o *software* Arcgis 10.1 através da ferramenta *3D Analyst Tools* e uso o algoritmo *Create TIN*. Basicamente, o algoritmo utiliza as cotas altimétricas existente nas curvas de nível e interpola os valores para uma representação suavizada que melhor detalha o relevo. Quanto ao modelo triangular de representação do terreno, foram plotados os pontos referentes à localização dos lava a jato e observados a distribuição espacial dos mesmos sobre o modelo de elevação.

2 – Para geração do MDE, foi utilizado o *software* Arcgis 10.1 através da ferramenta *3D Analyst Tools* e utilizado o algoritmo *TIN to Raster*. O modelo foi gerado com resolução espacial de 1 metro, mantendo as equidistâncias também de 1 metro das curvas de nível, que deram origem ao TIN.

3 – Para gerar as setas de direção do fluxo, criou-se um *flow direction* (modelo digital de elevação contendo a direção do fluxo, apenas a direção angular e não as setas). Posteriormente, as setas de direção de fluxo foram criadas pelo algoritmo *Resample*, que cria os pontos contendo a direção de fluxo na sua tabela de atributos. Uma vez conhecidos os atributos, as setas foram delimitadas (ângulo e direção) conforme seus dados contidos na tabela de atributos. O procedimento consistiu em transformar o *flow direction (raster)* em pontos (vetor com informações de direção e ângulo) que, configurados conforme suas informações, geraram as setas de direção de fluxo de escoamento superficial. Todo o procedimento foi realizado no Arcgis 10.1

4 RESULTADOSE DISCUSSÃO

4.1 Quantificação, localização e caracterização dos lava a jato

Em relação ao número de lava a jato, os dados obtidos indicaram a existência de vinte e quatro estabelecimentos, identificados de acordo com suas coordenadas planas em UTM, demarcadas com o auxílio de um GPS (Figura 6). Também foi verificada a presença desse tipo de atividade em doze dos dezoito bairros existentes, além da indicação do bairro com maior e menor concentração de lava a jato (Figura 4).

Figura 4 – Localização georreferenciada da distribuição dos 24 lava a jato. Mãe do Rio – PA.



Fonte: autores (2017).

Estudo efetuado em Natal – RN, por Asevedo e Jerônimo (2012), concluiu que a atividade de lavagem de veículos, por mais que contribua com a economia das cidades, exige o

uso de grande quantidade de água e, conseqüentemente, gera um volume excessivo de efluentes, já que nas águas de lavagem de automóveis podem existir surfactantes de vários

tipos, biodegradáveis ou não, restos de poeira, fuligem, graxa, gasolina e todo tipo de resíduo produzido pelos automotores. A quantidade expressiva desses empreendimentos em Mãe do Rio pode ser explicada pelo baixo custo para realizar a atividade (de forma irregular), visto que a pesquisa constatou que os empreendimentos pesquisados são de pequeno porte e situados, na maioria dos casos, na frente das residências de seus proprietários.

4.2 Quanto à legalização jurídica

Segundo dados da pesquisa, há dois (8%) empreendimentos totalmente legalizados, e vinte e dois (92%), não possuem qualquer tipo de licença para funcionamento, seja na esfera estadual ou municipal. Outra indicação foi quanto ao conhecimento da necessidade dessas licenças (Figura 5).

Pesquisa realizada no município de Natal – RN, por Cortez *et al.* (2013), mostrou que a falta de licenciamento ambiental dificulta o controle da poluição, visto que estes empreendimentos com funcionamento clandestino, provavelmente, não cumprem as exigências que visam a reduzir e prevenir a poluição. Em relação ao município de Mãe do Rio, além da quantidade alarmante de empreendimento sem o licenciamento (22 lava a jato), outro fator preocupante é o número de proprietários e responsáveis que informaram não conhecer a necessidade desta licença, sendo preciso, portanto, a ação dos órgãos competentes

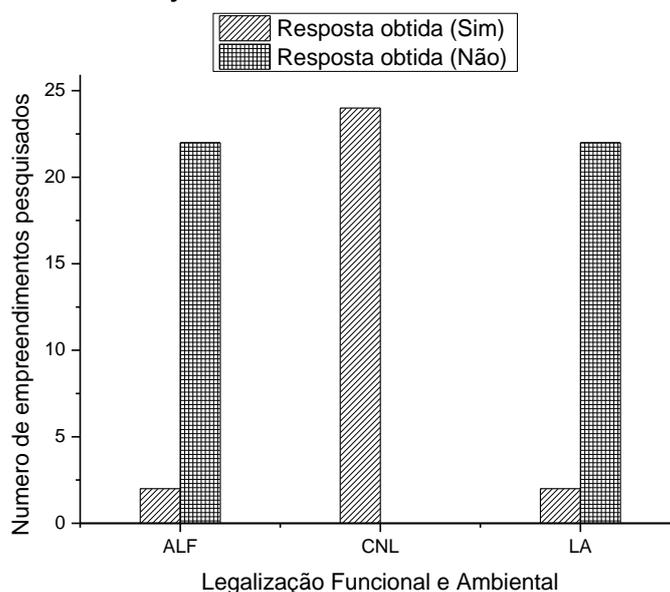
no sentido de informar e sensibilizar a população quanto aos riscos ambientais desta atividade.

4.3 Quanto à origem e quantidade da água, bem como insumos utilizados e destinação dos efluentes

Os dados obtidos indicaram que quatro (17%) dos lava a jato utilizam água somente da distribuição pública – DP; 17 (71%), água de poço amazônico – PA; e três (12%), água da distribuição pública e de poços - DP + PA (Figura 6a). A quantidade de água usada para lavagem dos veículos nos lava a jato de Mãe do Rio varia entre eles, conforme a categoria dos veículos. Em relação a tais categorias, são gastos, em média, 122 litros por Moto, 144 litros por Carro de Passeio, 300 litros por Van e 100 litros para cada Caminhão e Ônibus (Figura 6b).

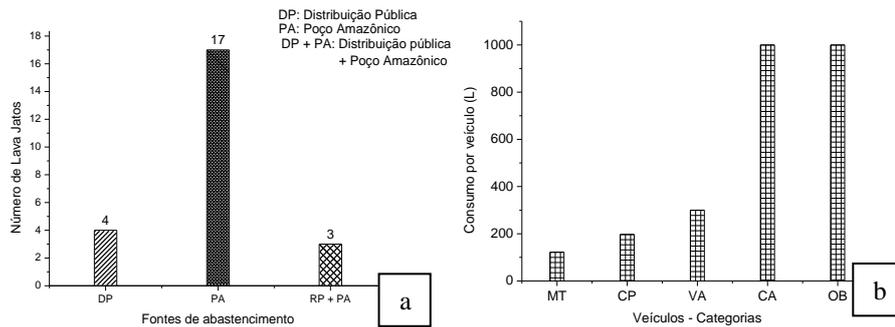
Observou-se que é gasto, em média, 35.564,51 L de água por dia, nos 24 lava a jato (1.489 L/dia/lava a jato), portanto, se encaixa na categoria que não necessita de outorga, de acordo com art. 3º, inc. III da Resolução de nº. 09/2010 da Secretaria do Estado de Meio Ambiente (PARÁ, 2010), que exige a outorga para usos de até no máximo 5 m³/dia. No entanto, de acordo com estudo realizado em Taubaté-SP, por Rosa *et al.* (2011), os impactos negativos aos recursos hídricos oriundos dos efluentes da lavagem de veículos precisam de atenção imediata, sendo, portanto, indispensável a inserção de um gerenciamento adequado nesse setor.

Figura 5 – Dados legislativos acerca das documentações jurídicas. Mãe do Rio – PA.



Legendas: ALF – Alvará de Funcionamento; CNL – Necessidade de Licenças (conhecimento); LA – Licença Ambiental. Fonte: autores (2017).

Figura 6 – a) Fontes de distribuição de água para os lava a jato; b) Quantidade de água utilizada por categoria. Mãe do Rio – PA.



Legendas: MT – Moto; CP – Carro de Passeio; VA – Van; CA – Caminhão; OB – Ônibus.
 Fonte: autores (2017).

Quanto aos insumos utilizados, verificaram-se sete tipos de insumos diferentes para lavagem dos veículos, são eles: soda cáustica, metasil, detergente neutro, limpa alumínio, sabão em pó, shampoo automotivo e desengraxante. Em relação à soda cáustica, é utilizada em doze estabelecimentos (50%), e a mesma é comprada sob a forma de escamas, em embalagens de 450g e/ou 950g, com concentração de 98% de hidróxido de sódio.

Estudo efetuado em Mossoró – RN, por Freitas (2013), concluiu que o impacto causado em um recurso hídrico pela soda cáustica é muito preocupante, por se tratar de um produto químico corrosivo e solúvel em água, o que facilita a inserção dessa substância no corpo hídrico, o que prejudica a vida aquática. Em Mãe do Rio, 12 (50%) lava a jato pesquisados utilizam esse produto e não realizam o tratamento adequado do efluente gerado, além do descarte a céu aberto das embalagens dos produtos utilizados, o que pode ocasionar graves problemas ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde humana.

Em relação ao Metasil, 20 (83%) empregam este produto, no entanto, nenhum deles tinha a embalagem que comprovasse a origem e composição química do mesmo. Confirmou-se, então, que se trata de um produto de fabricação caseira, adquirido em garrafas plásticas de dois e cinco litros sem a rotulagem original, ou fabricada pelos próprios proprietários desses lava a jato. Quando questionados sobre a origem e composição do produto, os mesmos informaram que não poderiam disponibilizar ou dar informações mais detalhadas. Além do metasil, outros cinco produtos são utilizados pelos empreendimentos analisados (Figura 7).

Aferiu-se, ainda, que os detergentes neutros

são usados em 19 dos lava a jato (79%), limpa alumínio, em cinco (21%), sabão em pó, em dois (8%), shampoo automotivo em dois (8%) e desengraxante em um (4%).

Estudo efetuado em Mossoró–RN, por Queiroz (2014), concluiu que estes tipos de produtos são grandes causadores de poluição nas águas, principalmente, devido à presença de fosfato (PO_4^{-3}) em suas composições. Essa substância pode ocasionar uma superpopulação de algas de superfície, que diminuem o teor de oxigênio dissolvido na água.

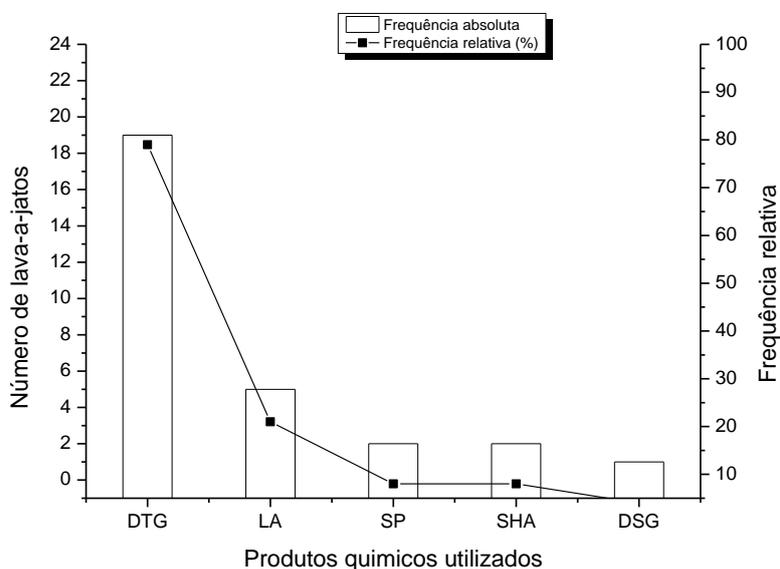
Em relação à quantidade e às formas de uso dos insumos nos lava a jato analisados, a pesquisa mostrou que esses empreendimentos não apresentam um padrão, embora todos eles desempenhem a mesma tarefa, ou seja, lavagem de veículos (Tabela 1).

Quanto à destinação dos efluentes, a análise dos dados obtidos indicou que apenas dois (8%) empreendimentos, dos vinte e quatro pesquisados, possuem a caixa separadora de água e óleo – SAO. Os outros 22 (92%) despejam seu efluentes diretamente na rua, sem tratamento prévio, os quais chegam ao rio que banha o município de Mãe do Rio, onde há carência, na área urbana, de saneamento básico. Esses resultados corroboram com os da pesquisa de Gutjahr *et al.* (2014), em IPIXUNA DO PARÁ, cujos os córregos e galerias recebem, praticamente, todos os resíduos dos lava a jato.

Estudo efetuado por Gonzaga Neto *et al.* (2015) concluiu que a liberação do licenciamento ambiental para as empresas de lavagem de veículos só deve ser concedida se o empreendimento instalar a caixa separadora de água e óleo, além de caixa de areia. Em Mãe do Rio, é notório que isso não ocorre, logo, esses 22

empreendimentos estão funcionando de forma irregular.

Figura 7 – Cinco produtos químicos utilizados pelos 24 empreendimentos pesquisados. Mãe do Rio – PA.



Legendas: DTG – detergente; LA – limpa alumínio; SP – Sabão em Pó; SHA – Shampoo Automobilístico; DSG – Desengraxante.
Fonte: autores (2017).

Tabela 1 – Quantificação e formas de uso dos insumos na atividade de lavagem de veículos. Mãe do Rio – PA.

Insumos	Frequência	Formas de uso (em média)	Quantidade (média)
Soda Cáustica	50%	450g da soda cáustica em escama em 40 litros de água. Aplicado com jato d'água a vapor ou com borrifador manual	1 litro dessa diluição para cada veículo (carro de passeio e moto)
Limpa Alumínio	21%	Aplicado com jato d'água a vapor, borrifador manual ou diretamente na esponja de lavagem	100ml – moto e carro de passeio; 300ml – caminhão e ônibus; 200ml – van
Sabão em pó	8%	Não estimado. É aplicado com jato d'água a vapor, borrifador manual ou com auxílio de baldes	250ml (da diluição) moto e carro de passeio
Detergente	79%	Aplicado com jato d'água a vapor, borrifador manual ou diretamente na esponja de lavagem	100ml – moto e carro de passeio
Metasil	83%	5 litros da solução concentrada são diluídos em 30 litros de água. Aplicado com jato d'água a vapor, borrifador manual	2,5 litros da diluição – moto e carro de passeio
Shampoo automotivo	8%	Aplicado com jato d'água a vapor ou borrifador manual.	100ml – moto e carro de passeio; 300ml – caminhão e ônibus; 200ml – van
Desengraxante	4%	Aplicado com jato d'água a vapor ou borrifador manual.	100ml – moto e carro de passeio; 300 ml – caminhão e ônibus; 200ml – van.

Fonte: autores (2017).

Quanto à pavimentação das vias onde estão instalados os empreendimentos pesquisados, 23 (96%) deles estão localizados em ruas ou avenidas com pavimentação asfáltica (Figura 8a), e um (4%), sem asfalto (Figura 8b). No entanto, mesmo nas vias pavimentadas, não há estrutura adequada para realizar o escoamento dos efluentes despejados e, naquelas onde não há pavimentação, o risco de infiltração e percolação, com a consequente contaminação do lençol freático, é ainda maior (Figura 8c e 8d).

Pesquisa efetuada em Ji-Paraná – RO, por Tosta *et al.* (2012), constatou que a falta de estrutura física (saneamento básico, caneletas, janelas e galerias pluviométrica), em uma determinada área, seja urbana ou rural, possui estreita relação com as alterações na qualidade das águas, já que os poluentes e sedimentos que ficam depositados sobre o solo infiltram, percolam e chegam aos corpos d'água carregadas pela precipitação da chuva. Em Mãe do Rio, observou-se que a única infraestrutura existente é a pavimentação asfáltica em apenas uma das vias onde há lava a jato.

4.4 Quanto à aplicação das geotecnologias – vegetação, curvas de nível e altimetria e direção do fluxo

Os dados indicaram que 35% da área total apresentam cobertura vegetal, sendo que 30% de mata ciliar e 5% em terrenos residenciais, ruas e avenidas adjacentes. Verificou-se também que, nos cursos d'água que alimentam essa

microbacia, 20% deles não possuem tal proteção (Figura 9), e a menor extensão dessa vegetação ocorre na MB_D.

Também no estudo realizado no rio Capibaribe Mirim em Aliança–PE, por Oliveira *et al.* (2009), constatou-se que a perda da mata ciliar causa prejuízos aos corpos hídricos, aumenta a vulnerabilidade aos agentes externos, além de ocasionar mudanças climáticas locais, erosão do solo e assoreamento dos rios. Outra perspectiva sobre a vegetação refere-se à porcentagem presente em cada uma das quatro microbacias analisadas. Conforme análise dos dados, a MB_A tem 70% da sua área total vegetada, MB_B 61%, MB_C 74% e a MB_D possui 40%.

A partir da análise dos dados referentes às curvas de nível da área de estudo, foram observadas as variações altimétricas do terreno. Os valores mínimos oscilam entre zero a cinco metros, e máxima de 20 a 32 m (Figura 10a e 10b).

Nas áreas mais baixas, a tendência é que haja concentração de efluentes provenientes das mais variadas fontes de poluição, incluindo-se a atividade de lavagem de veículos, objeto deste estudo.

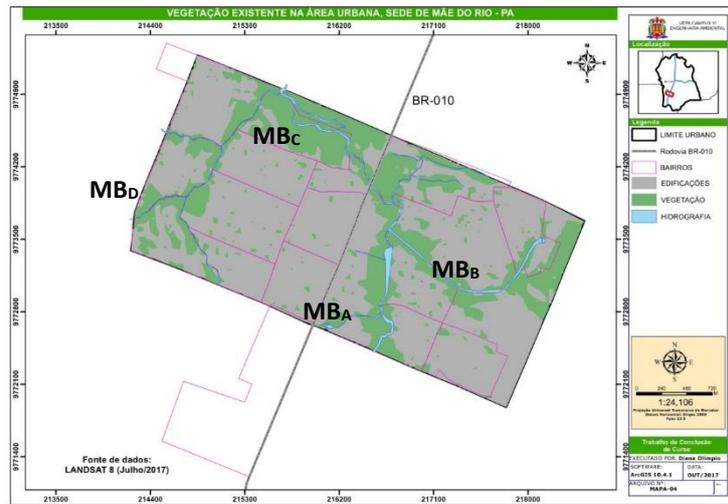
A análise também indicou que, nos pontos de lava a jato, a vegetação existente e as curvas de nível são componentes essenciais à confecção do mapa de direção do fluxo do escoamento superficial dos efluentes provenientes desses empreendimentos (Figura 11).

Figura 8 – a) Rua asfaltada com presença de lava a jato; b) Rua sem asfaltamento com presença de lava a jato; c) e d) Características do sistema de drenagem em dois pontos próximos a lava a jato.



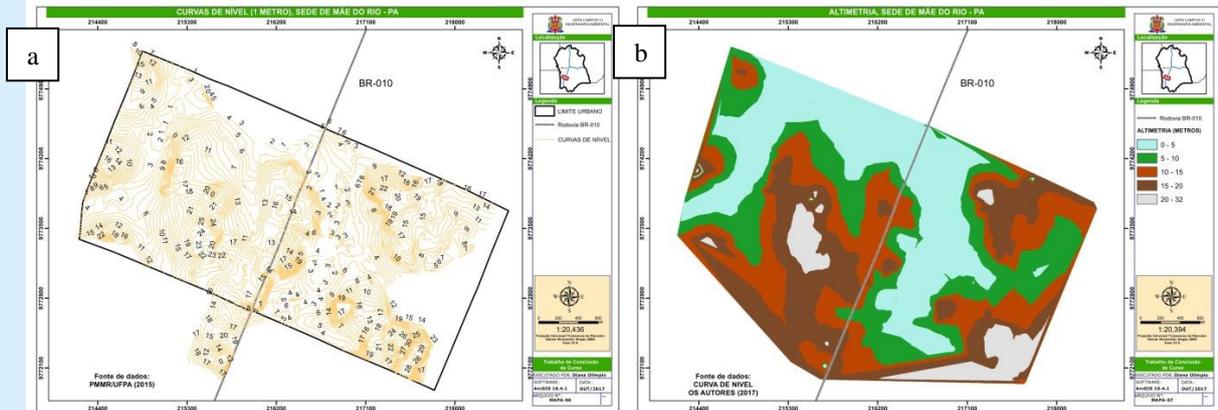
Fonte: autores (2017).

Figura 9 – Representação da vegetação nas quatro sub-bacias em Mãe do Rio – PA.



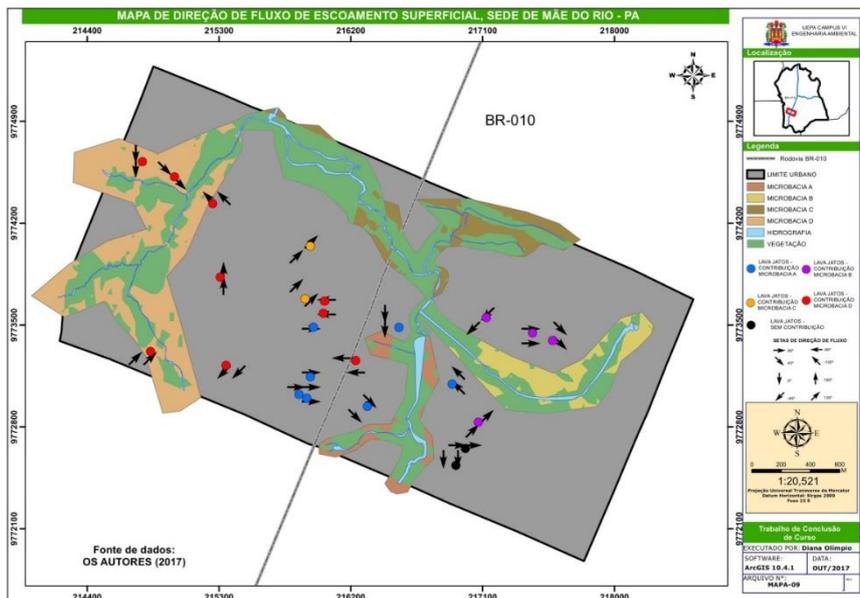
Fonte: autores (2017).

Figura 10 – Cartografias a) das curvas de nível; b) da altimétricas com MDE. Mãe do Rio – PA.



Fonte: autores (2017).

Figura 11 – Mapa cartográfico de direção do fluxo. Mãe do Rio – PA.



Fonte: autores (2017).

Dessa forma, pode-se concluir que há probabilidade de poluição hídrica, por parte dos 22 lava a jato que não utilizam a caixa, nas quatro microbacias estudadas (Tabela 3). Vale ressaltar que os cálculos foram efetuados conforme a Equação 1.

$$Q_c = n \cdot Q \quad (1)$$

Onde:

Q_c: Vazão de contribuição das microbacias (L/d)

n : Número de lava a jato que contribuem para a microbacia

Q: Vazão média de efluentes por lava a jato (L/d)

Estudo efetuado em Uberaba – MG, por Torres (2008), concluiu que a subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em sub-bacias e microbacias permite a pontualização de problemas difusos, tornando mais fácil a identificação de focos de poluição dos recursos naturais. Em Mãe do Rio, os dados indicaram que a microbacia com maior probabilidade de contribuição de efluentes de lava a jato é a MB_D, pois, apesar de apresentar a maior distância média entre os pontos e os corpos hídricos, ela possui três pontos dentro da sua área e maioria de carga de DQO, além disso, apresenta a menor área vegetada (40%) em comparação com as outras microbacias. Para as demais, os dados indicaram um ponto crítico para cada, de acordo com a distância dos pontos e os corpos hídricos, a quantidade de pontos de contribuição e a vegetação existente (Figura 12).

Assim, a análise dos dados obtidos apontou que o uso do Sensoriamento Remoto, Sistema de Informação Geográfica – SIG, o Sistema de Posicionamento Global – GPS e as demais geotecnologias utilizadas para a composição deste diagnóstico ambiental é essencial para identificar e determinar as ações agressoras ao meio ambiente. Pesquisa realizada em Santa Maria – RS, por Marion (2011), mostrou que o uso dessas tecnologias possibilita a identificação das áreas vulneráveis pela integração de variáveis ambientais, como a vulnerabilidade natural das áreas e a influência das atividades potencialmente poluidoras. Para melhor exposição dos resultados, foi criado um modelo tridimensional de representação do terreno, com auxílio de geoprocessamento, para enfatizar pontos críticos, com potencial poluidor, na MB_D, considerada neste estudo como a microbacia mais susceptível à poluição hídrica.

Todos os problemas detectados necessitam de propostas que permitam a mitigação dos impactos que oram causam às quatro microbacias analisadas. Nesse contexto, propõe-se:

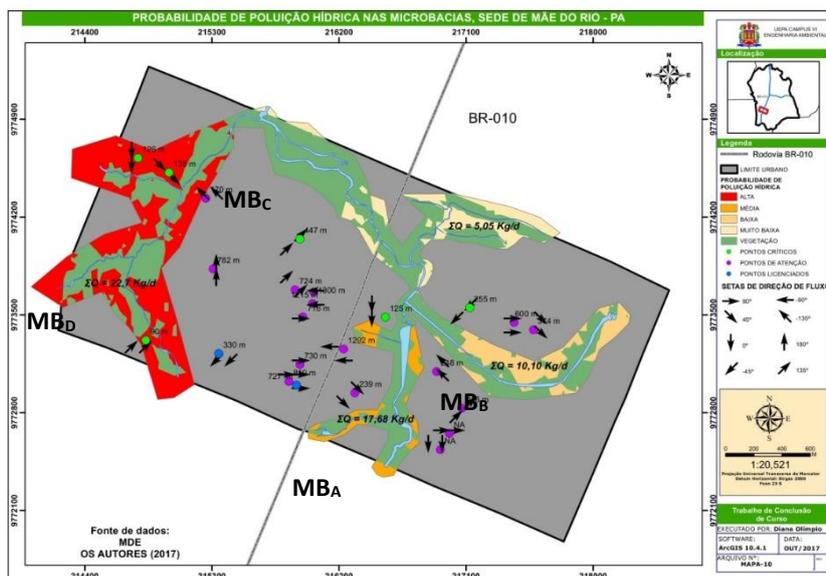
1 – Maior rigor na aplicação das leis e a criação de instrumentos de controle e de fiscalização para a atividade no município. Isso necessita de estudos efetuados por um corpo de profissionais especializados pertencentes ao quadro de profissionais da Secretaria Municipal do Meio ambiente, ou terceirizados, e que seja levado a debate na comissão de meio ambiente da Câmara de Vereadores do município para elaboração legislativa mais efetiva.

Tabela 3 – Variáveis ambientais para estimar probabilidade de poluição hídrica nas quatro microbacias pesquisadas. Mãe do Rio –PA.

VARIÁVEIS AMBIENTAIS	MB _A	MB _B	MB _C	MB _D
Quantidade de lava a jato que apontam setas de direção de fluxo para as microbacias	7	4	2	9
Vazão média de pontos que contribuem para microbacia (L/dia)	10.423	5.956	2.978	13.401
Distância média entre os pontos de lava a jato e os corpos hídricos, conforme as setas de direção de fluxo de escoamento (em metros)	514	386	585	604
Carga da Demanda Química de Oxigênio – DQO. (Kg/dia)	17,68	10,10	5,05	22,7
Vegetação existente (em %)	70	61	74	40
Probabilidade de poluição hídrica	Média	Baixa	Muito Baixa	Alta

Fonte: autores (2017).

Figura 12 – Mapa de probabilidade de poluição hídrica por microbacia. Mãe do Rio – PA.



Fonte: autores (2017).

2 – Para uma fiscalização mais rígida e efetiva, torna-se necessária a capacitação dos funcionários da Secretaria de Meio Ambiente do município, para um monitoramento mais eficaz da legislação gerada pela Câmara dos Vereadores local.

3 – Intensificar o processo de licenciamento ambiental dessa atividade, com documentos mais simplificados. Além disso, convocar os empresários envolvidos com a lavagem de veículos a conhecerem os impactos ambientais causados por essa atividade e a legislação existente ou elaborada, bem como mostrar a relação custo-benefício de uma infraestrutura correta.

4 – Os empresários, para obtenção ou renovação do Alvará de Funcionamento, devem apresentar a Licença Ambiental. Caso haja inviabilidade quanto à localização dessa atividade, que sejam efetuados estudos quanto ao uso e ocupação do solo e quais os recursos naturais que podem sofrer poluição a partir dos lava a jato. Com isso, espera-se elevar a sensibilidade ambiental dos mesmos com relação aos recursos naturais e como conservá-los, mesmo com o desempenho de atividades econômicas consideradas poluidoras.

7 CONCLUSÕES

Dos 24 lava a jato situados no povoado de

Mãe do Rio, 22 estão em situação irregular, não só pelo aspecto da localização geográfica, ou seja, em área urbana, bem como por situarem-se (três deles) sobre uma das quatro microbacias analisadas e identificadas com o uso de imagens georreferenciadas, o que eleva a probabilidade de poluição das mesmas.

O recurso natural utilizado, ou seja, a água, para exercício da atividade, é captada em fontes distintas, e o consumo diário é variável, com média de 1.489 L/dia. Esse volume gera uma grande quantidade de efluentes com os mais diversos tipos de substâncias químicas, dentre as quais se encontra o metasil. Essa substância é diluída em, no mínimo, 200 L de água. Ademais, nenhum dos 20 lava a jato que emprega esse produto apresentou embalagens para leitura da composição química ou concentração, o que leva a pensar na probabilidade de uma concentração acentuada.

A ausência de saneamento básico torna a destinação dos efluentes mais irregular e com maior possibilidade de poluição das microbacias, porque as vias do subsistema viário de Mãe do Rio não apresentam emissor subterrâneo para captação desses efluentes e destinação à ETE para tratamento. Logo, atualmente, os efluentes são descartados a céu aberto, em sulcos denominados “valas”, escavados no solo, tanto nas laterais das áreas de instalação dos lava a jato, como na parte frontal dos mesmos, o que

poderá infiltrar, percolar e contaminar o lençol freático.

A direção dos efluentes gerados no solo é dependente da altimetria. Como os valores de cotas encontradas variam entre de zero a 32 m, a direção do fluxo do escoamento superficial desses empreendimentos, em especial de três deles, comprovada via mapa cartográfico, escoa para a microbacia D. Por isso, a mesma apresentou maior probabilidade de poluição dentre a quatro analisadas.

A aplicação do georreferenciamento na análise de impactos ambientais provocados por atividades classificadas como potencialmente poluidoras torna-se necessária, porque, além de auxiliar no processo de localização da direção do efluente gerado, contribui para a formação de legislações municipais mais eficazes quanto ao desempenho dessas atividades, bem como para a conservação dos recursos naturais disponíveis na natureza.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. E.; SANTOS, M. J.; DUARTE, S. M.; OLIVEIRA, E. M. Impactos em bacias hidrográficas – caso da bacia do rio Paraíba. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 2, p. 109-115, jul./dez. 2009.
- ASEVEDO, K. C. S.; JERONIMO, C. E. M. Diagnóstico ambiental de postos de lavagem de veículos (lava a jatos) em Natal-RN. **Revista Scientia Plena**, v. 8, n. 11, p. 1-11, nov. 2012.
- ANA. Agência Nacional de Águas – ANA. **Outorgas emitidas**. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/outorga2017>>. Acesso em: 01 nov. 2017.
- BALEIXE, B. **Desperdício de água causado pela instalação e operação de lava jatos no município de Belém-Pá**. Belém: CESUPA, 2013. Disponível em: http://www.fabsolt.cesupa.br/saber/artigos/edicao5/_2_O_direit_20_normatizado_revisado.df. Acesso em: 20 OUT. 2017.
- BAUZYS, F. **Identificação, análise e mapeamento dos movimentos de massa ocorridos em novembro de 2008, no Alto da Bacia do Ribeirão Belchior, Gaspar – SC**. 2010. 237 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2010.
- BERTI, A. P.; DUSMAN, E.; SORES, L. C. Efeitos da contaminação do ambiente aquático por óleos e agrotóxicos. **SaBios: Rev. Saúde e Biol**, Campo Mourão, v. 4, n. 1, p. 45-51, jan./jun. 2009.
- BIELENK JÚNIOR, C.; BARSBASSA, A. P. **Geoprocessamento e recursos hídricos: aplicações práticas**. São Carlos: EDUFCA, 2012. 257 p.
- BRASIL. LEI Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil** de 02/09/1981. Poder Executivo, Brasília, DF, Seção 1, p. 16.509.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 273, de 29 de novembro de 2000. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, Seção 1, p. 20-23.
- _____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil** de 18/03/2005. Poder Executivo, Brasília, DF, 2005a, Seção 1, p. 58-63.
- _____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 362, de 23 de junho de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil** de 27/06/2005. Poder Executivo, Brasília, DF, 2005b, Seção 1, p. 128-130.
- _____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 430 de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil** de 16/05/2011. Poder Executivo, Brasília, DF, 2011, Seção 1, p.89.
- _____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 450, de 07 de março de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil** de 06/03/2012. Poder Executivo, Brasília, DF, 2012, Seção 1, p. 61
- CNUMA. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – **Agenda 21**. 2012. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>. Acesso em: 10 nov.2017.
- COEMA. Conselho Estadual de Meio Ambiente (Pará). **Resolução n.116** de 03 de junho de 2014. Dispõe sobre as atividades de impacto ambiental local de competência dos Municípios, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/coema/>>. Acesso em: 02 out. 2017.
- CORTEZ, L. R.; FERNANDES, F. K. A.; VIEIRA, N. P. F.; CELESTINO, J. E. M. Elaboração de um plano de

gerenciamento de resíduos: estudo de caso em um lava a jato. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33. 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: DeVry, 2013. p. 2-16 .

DINIZ, C. R.; SILVA, I. **Metodologia científica**. 21. ed. Campina Grande: UNIDIS. UEPB/UFRN. 2008. 24 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica - AGEITEC**. 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore>. Acesso em: 14 out. 2017.

ESPINOZA, M. W.; PAZ, A. M. P. S.; RIBAS, M. L. O.; SANGOI, R. F.; BURSZGTEIN, S. Índices para o cálculo simplificado de cargas orgânicas e inorgânicas presentes em efluentes industriais. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27. 2009, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: ABES, 2009. Disponível em: <https://abes-dn.org.br/?page_id=1560> Acesso em: 10 set. 2017.

FERNANDES, E.; GUIMARÃES, B. A.; GLÓRIA, A. M. S. O setor de soda-cloro no Brasil e no mundo. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 29, p. 279-320, mar. 2009

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FREITAS, M. M. C. Avaliação da interferência de salinidade e dureza da água no processo de micelização com sabão base. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 8, n.4, p.136-146, out. /dez. 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 175 p.

GONZAGA NETO, L. C.; SENNA, L. B.; SANTOS, P. D. D.; NASCIMENTO, F. R. A. Análise dos impactos ambientais na lavagem de automóveis. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32. Ceará, 2015. **Anais...** Fortaleza: ENEGEP, 2015.

GUTJARH, A. L. N.; ARAÚJO, L. J. B.; MATOS, E. S.; BRAGA, C. E. S. Diagnóstico e mapeamento das fontes de contaminação do rio Ipixuna, estado do Pará, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Goiania, v. 10, n. 19, p. 2092-2107, jul. /dez. 2014.

HASHIM, N. H.; ZAYADI, N. **Pollutants characterization of car wash wastewater**. The 3rd International Conference on Civil and Environmental Engineering for Sustainability. 2016. Disponível em: <https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2016/10/matecc>

[onf_Iconcees2016_05008.pdf](#)> Acesso em: 20 jun.2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades brasileiras**. 2016. Disponível em:<http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 out. 2017.

LEITE, P. R. Logística reversa. Meio ambiente e competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

LIMA, L. B.; GOMES, L. D.; FRANCO, E. A. P.; OLIVEIRA, T. F. Avaliação dos aspectos e impactos ambientais da lavagem de carros às margens do rio Parnaíba em Teresina – PI. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35. 2015, Fortaleza. **Anais eletrônicos...**Fortaleza: ENEGEP, 2015. Disponível em: <http://abepro.org.br/publicacoes/index.asp?pesq=ok&ano=2015&area=&pchave=&autor=Leonardo+Bezerra+Lima>> Acesso em: 20 jan.2018.

LOPES JUNIOR, E. M.; SOUZA, S. C.; CALDAS; A. M.; BISPO, C. J. C.; PISSARRARA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M. Modelagem de erosão laminar em bacia hidrográfica utilizando geoprocessamento: estudo de caso da microbacia do Rio Uraim/PA. In: INTERNATIONAL SWAT CONFERENCE, 2014, Recife. **Anais eletrônicos...**Recife: Texas Water Resources Technical Report, 2014. Disponível em: <<http://swat.tamu.edu/media/114647/2014-brazil-swat-conference-proceedings-secured.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2017

MARION, F. A. Águas subterrâneas, atividades potencialmente contaminantes e o aporte do geoprocessamento na definição de conflitos. **Geoambiente on-line**, Jataí, v.17, p. 01-17, jul. /dez. 2011.

MENDES, M. Tratamento de efluentes de postos de combustível através da reação de Foto-Fenton. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA QUÍMICA, 8. 2015, Vitória. **Anais...** Vitória: Centro de Eventos do Hotel Comfort Suites Vitória, 2015. p. 13.

MOTA, S. **Gestão ambiental de recursos hídricos**. 38. ed, atual e revi. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

OLIVEIRA, L. F.; MEDEIROS, N. G.; GALO, M. Análise de modelos digitais de superfície extraídos de imagens PRISM/ALOS: abordagem RPC. **Revista Brasileira de Cartografia**, Viçosa, v. 4, n. 65, p.617-632, jan. 2013.

OLIVEIRA, E.B.; MARAGON, L. C.; FLICIANO, A. L. P.; FERREIRA, R. L. C.; RÊGO, P. L. Estrutura fitossociológica de um fragmento de mata ciliar, Rio Capibaribe Mirim, Aliança, Pernambuco. **Revista**

Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 4, n. 2, p. 167-172, abr./jun. 2009.

O'SULLIVAN, A.; SMALLET, D.; GOOD, J. **Quantifying the impact of car washing on water quality and assessing simple treatment strategies**. Canterbury: University of Canterbury. Department of Civil and Natural Resources Engineering. Hydrological and Ecological Engineering, 2011

PAIXÃO, E. S.; OLIVEIRA, L. R. C. **Memórias de Mãe do Rio: outras histórias**. Belém: Graphite, 2009. 232 p.

PARÁ. Secretaria de Meio Ambiente. **Resolução nº 6381** de 25 de julho de 2001. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/2001/07/25/9760/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

_____. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Resolução n. 9** de 18 de outubro de 2010. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/2010/10/18/10101/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

_____. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. CERH. **Manual para usuários: outorga de direito de uso de recursos hídricos**. 2014. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/diretorias/recursos-hidricos/cerh/>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

PREZENTE, W. L. O uso das tecnologias no ensino da geografia. In. SEMINÁRIO INTERNACIONAL DOS ESPAÇOS DE FRONTEIRA, 1. 2011, Curitiba. **Anais eletrônicos...**Curitiba: UNIOESTE, 2011. Disponível em: <<http://cac.php.unioeste.br/eventos/geofronteira/anais2011/Arquivos/Artigos/ENSINO/Artigo47.pdf>> Acesso em: 01 jul. 2018.

QUEIROZ, R. N. F. **Diagnóstico ambiental de águas residuárias de empreendimentos da lavagem de veículos em Mossoró/RN**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA, Mossoró, 2014.

ROSA, L. G.; SOUZA, J. T.; LIMA, V. L. A.; SILVA, L. M. A.; LEITE, V. D. Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais. **AmbiÁgua**, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 179-199, set. /dez.2011.

SALLES, M. H. D. Avaliação simplificada de impactos ambientais na bacia do alto Sorocaba (SP). **Revista de estudos ambientais**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 6-20, jun. 2008.

SILVA, I. M. C. B. Métodos de preparação industrial de solventes e reagentes químicos. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 4, n. 1, p. 73-82, mar. 2012.
SOEIRO, E. C. **Tratamento de efluentes de lava-jato via processos oxidativos avançados**. 2014. 91 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Petróleo e Gás) Universidade Potiguar, Natal-RN, 2014.

TORRES, J. L.; FABIAN, A. J.; SILVA, A. L.; PESSOA, E. J.; SILVA, E. C.; RESENDE, E. F. Diagnostico ambiental e análise morfométrica da microbacia do Córrego Lenhoso em Uberaba – MG. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 25, p. 1-11, mar. 2008.

TOSTA, A. B. M.; SOUZA, C. Q.; RODRIGUES, J. R.; CAVALCANTI, R. P.; LACERDA, M. C. Escoamento superficial da água em áreas urbanas utilizando asfalto permeável (CBOQ). **Revista SABERES**, UNIJIPA, n.14, p. s/n, 2012. Disponível em: <unijipa.edu.br/uploads/files/8_%20Asfalto%20Permeável.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.