http://journal.unoeste.br/index.php/ca/index
DOI: 10.5747/ce.2019.v11.n4.e299
ISSN on-line 2178-8332

Colloquium Exactarum

Submetido: 08/08/2019 Revisado: 22/08/2019 Aceito: 27/08/2019

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA MICROBACIA: AFLUENTE DO CÓRREGO DO LIMOEIRO EM PRESIDENTE PRUDENTE - SP

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF THE MICROBASIN: TRIBUTARY PF THE STREAM OF THE LIMOEIRO IN PRESIDENTE PRUDENTE – SP

Alessandra De Oliveira Alves Correia, Ana Beatriz Ribeiro Nobre, Elson Mendonca Felici, Yeda Ruiz Maria, João Vitor Alves Peronde E Michele Rodrigues Prestes

Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE.
E-mail: alessandra2010482010@hotmail.com

RESUMO – A microbacia do córrego do Limoeiro localizado em Presidente Prudente – SP, que deságua no Balneário da Amizade, contribui com uma pequena vazão para o abastecimento da rede de distribuição em casos de emergência do município. O presente trabalho tem por objetivo o diagnóstico ambiental da área, proporcionando o levantamento de aspectos e impactos que abrange o meio social, ambiental e econômico. A metodologia foi baseada em análises físicas, químicas, biológicas e as intervenções antrópicas no local, sendo posteriormente comparado os dados com os manuais de métodos, legislações pertinentes ou orientações acadêmicas. Com os resultados obtidos das análises realizadas, foi possível correlacionar e interpretá-los, propondo medidas mitigadoras ou compensatórias para melhoria e manutenção do local, visando o planejamento e gestão adequada.
Palavras-chave: diagnóstico ambiental; microbacia; Limoeiro.

ABSTRACT - The microbasin of the stream of the Limoeiro located in Presidente Prudente - SP, which flows into the Balneário da Amizade, contributes a small flow to supply the distribution network in emergency cases of the municipality. The objective of this work is the environmental diagnosis of the area, providing the survey of aspects and impacts that covers the social, environmental and economic environment. The methodology was based on physical, chemical, biological analyzes and anthropic interventions at the site, and then compared the data with the methods manuals, pertinent legislation or academic guidelines. With the results obtained from the analyzes, it was possible to correlate and interpret them, proposing mitigating or compensatory measures to improve and maintain the site, aiming at planning and adequate management.
Keywords: environmental diagnosis; microbasin; Limoeiro.

1. INTRODUÇÃO

Diagnóstico ambiental faz parte do planejamento que envolve três importantes fases, sendo elas a obtenção de dados de entrada, análise integrada e formulação de indicadores que auxiliará para as tomadas de decisões (SANTOS, 2009).

Neste contexto entende-se que os dados de entrada são apresentados de forma simples para facilitar a compreensão do meio; a análise integrada é avaliada pelos aspectos físicos e biológicos que estão diretamente associados às atividades humanas, sociais e econômicas como a demografia, condições de vida da população, entre outros; e os indicadores das tomadas de decisões são apresentados pelos aspectos jurídicos, institucionais e de organização política (SANTOS, 2009).

Sendo assim, para realização das fases de diagnóstico, faz-se necessário o conhecimento e a delimitação da área de estudo, tratando-se neste caso de uma bacia hidrográfica. No que tange o planejamento ambiental integrado, as bacias hidrográficas são unidades principais, propiciando reconhecimento do ambiente físico, conexão da organização dos grupos sociais com os aspectos do ambiente físico e aplicação da legislação específica para gestão e gerenciamento dessa unidade, visando à conservação desse recurso (ALBUQUERQUE, 2012).

A microbacia hidrográfica encontra-se na região urbana do município de Presidente Prudente – SP, sendo um afluente do Córrego do Limoeiro. A área possui um potencial de estudo bastante elevado, pois problemas podem ser observados apenas com visitas in loco, tais como a ausência de mata ciliar em alguns trechos ao longo do leito do córrego; taludes desprotegidos devido a obras no entorno; assoreamento nas proximidades da foz; escoamento superficial das chuvas desviado pelos arruamentos concentrando em um único ponto na direção do córrego e quantidades significativas de resíduos sólidos, entulhos, móveis, sacolas e etc.

Contudo, o diagnóstico ambiental desta microbacia tem como objetivo entender como esses aspectos afetam o corpo hídrico, o uso e ocupação do solo próximo aos mananciais e principalmente na qualidade de vida do meio biótico, analisando os efeitos que podem surgir a curto, médio e longo prazo.

2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada possui algumas etapas, tais como: delimitação da área de estudo; levantamento de uso e ocupação do solo sendo elaborado no autocad; visitas a campo para realizar a coleta das amostras de água viabilizando as análises físico-químico-biológicas, comparando os resultados com a legislação pertinente; coleta das amostras de solo para análise granulométrica do solo predominante na área de estudo e avaliação dos impactos ambientais.

2.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E LEVANTAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A microbacia em questão apresenta uma área de aproximadamente 0,9 km^2, as coordenadas do exutório são de 22°06’5,89’’ S de latitude e 51°26’27,90’’ W de longitude.

Os estudos de mapeamento do uso e ocupação do solo exercem também influência significativa sobre os recursos hídricos, uma vez que, dentre outros problemas, apontam o aporte de sedimentos no leito dos mananciais, o que altera a qualidade e sobretudo a disponibilidade da água no solo (ASSIS *et al*., 2012).

Com isso, um dos fatores essenciais para a caracterização física da área de estudo é a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo conforme demonstra a figura 3.

2.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

A coleta de amostras para análise da água ocorreu no dia 17 de outubro de 2018, no período da tarde, e foram realizadas em quatro pontos distintos da microbacia, visando garantir a representatividade e consequentemente resultados confiáveis (Figura 1).

Figura 1. Pontos de coletas para análise de qualidade da água no afluente do córrego do Limoeiro Presidente Prudente – SP



Fonte: (Google Earth, 2019).
Nota: Adaptado pelos autores.

Conforme a figura 1, as amostras foram coletadas nos pontos 1 ao 4, respectivamente: 22°06'05"S 51°26'00"W, 22°06'07" S 51°26''10" W, 22°06'06"S 51°26'23"S e 22°06'05"S 51°26'27"S. Posteriormente, foram armazenadas em garrafas pet e encaminhadas para o laboratório experimental na Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), campus II de Presidente Prudente- SP, e mantidas sobre refrigeração.

Foram então realizadas análises de pH, turbidez, condutividade, salinidade e temperatura no dia seguinte à coleta. E as análises de ferro e DQO no dia 01/11/2018 e fósforo 08/11/2018.

Vale ressaltar que após as primeiras análises houve a necessidade de reduzir o pH a 2 para a preservação das amostras, evitando que houvesse alteração em suas características e posteriormente em seus resultados.

O método para a realização das análises foi feito de acordo com as normas Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater - 21th/22th Edition.

Para a análise microbiológica da água, as coletas ocorreram no dia 04/11/2018, no período da manhã. Foi então definido dois pontos de coleta, sendo a nascente e a foz. As amostras foram armazenadas em vidraria devidamente esterilizadas, fornecida pelo o laboratório de microbiologia da Unoeste Campus II, onde no dia seguinte se realizaram as análises de coliformes.

Para determinação de *Coliformes Totais e Escherichia coli* utilizou-se as normas Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater através de ação quantitativa a técnica de membrana filtrante. (LQ: 1 UFC/100 ml) SMWW, 22ª Ed. 2012. Método 9222 B e G.

Por fim, foi possível fazer a contagem das colônias, vermelho-salmão significa (*coliformes totais*), e colônias azul-preta (*E. coli*).

2.3 LEVANTAMENTO DO PERFIL HIDRÁULICO

Para o levantamento do perfil hidráulico foi analisado a declividade média da bacia e a densidade de drenagem por meio de equações e a medição da vazão do afluente no leito do rio.

O método utilizado para calcular a declividade da bacia foi o "Método de Horton", sendo o "S" declividade e "b" a inicial do que representa essa declividade, sendo ela a microbacia. "D" é a equidistância das curvas de nível, "L_{cn}" o comprimento total das curvas de nível e "A" a área total da bacia.

< 5 m/km – Declividade baixa
5 m/km à 10 m/km – Declividade média
> 10 m/km- Declividade alta

$$S_b = \frac{D.Lcn}{A}$$

Já o cálculo de densidade de drenagem é a relação total do comprimento do rio sobre a área total da bacia.

< 0,5 km/km² – Drenagem pobre 0,5 km/km² à 3,5 km/km² – Drenagem moderada > 3,5 km/km²- Drenagem elevada

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Para determinar a vazão do afluente, foi então realizada a medição utilizando o método do vertedor triangular[1], sendo o ideal para obter resultados mais precisos em pequenas vazões, que é o caso desse local de estudo.

Na realização do experimento, foi utilizado um vertedor do tipo triangular de 0,16 m e foi inserido no canal com uma largura de aproximadamente 4 m. Devido a largura do vertedor ser menor do que a distância entre as margens do rio, foi necessário criar uma barreira utilizando uma placa de madeira, rochas e solo.

Para o cálculo da vazão nesse tipo de vertedor é necessária apenas a determinação da altura da lâmina d'água, definida quando a água extrapolou pelo vertedouro criando o "véu de noiva".

Ao determinar a altura H da lâmina d'água do afluente**,** o resultado da vazão do córrego do limoeiro ou da bomba pode então ser definido através da equação para vertedor triangular:

$$Q = 1{,}4 * H$$

2.4 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO

Para a determinação dos atributos físicos do solo, foram coletadas amostras no dia 30/10/2018, no período da tarde. Ao todo foram coletadas 3 amostras W na Área de Preservação Permanente (Figura 2) nos respectivos pontos: 22°6'5" S 51°26'21" W, 22°6'6" S 51°26'23" W e 22°6'5" S 51°26'25" W, sendo posteriormente armazenados em sacos plásticos.

[1] Vertedor triangular: Recomendados para medir pequenas vazões. Usualmente são construídos a partir de chapas metálicas com ângulo de 90°.

Figura 2. Pontos de coletas do solo para análise granulométrica na microbacia afluente do Córrego do Limoeiro em Presidente Prudente – SP



No dia seguinte a coleta, as amostras de solo foram encaminhadas para o laboratório da Universidade do Oeste Paulista e mantidas em estufa com temperatura de até 110° C até o dia do experimento.

As análises foram então realizadas no dia 05/11/2018 seguindo alguns parâmetros da norma NBR 7181 (1984), que prescreve o método para análises granulométricas de solos, realizada através do peneiramento, utilizando as peneiras nos tamanhos 4,8,16,30,50,100,200 e fundo, seguindo os padrões da NBR.

Foram pesados 500 g de cada uma das amostras de solo, encaminhadas para um agitador mecânico com as 7 peneiras mais o fundo, e mantidas sob agitação por um período de 5 minutos.

Por fim, as partículas que restaram em cada uma das peneiras foram pesadas, podendo assim, determinar o seu tamanho, suas respectivas porcentagens através de cálculos, utilizando como base para a caracterização das frações a escala granulométrica de Wentworth (1922), onde as partículas (<4 µm) são classificadas como argilas, aquelas posicionadas entre (> 4 µm < 64 µm) são consideradas silte, areia até 2 mm e os grânulos (> 2 mm <4mm).

2.5 LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO E MATRIZ DE LEOPOLD

Segundo Rocha *et al.* (*apud* SILVA, 1994 b, p. 150), a Avaliação de Impacto Ambiental está relacionada a "[...] todas as atividades impactantes e os fatores ambientais que podem sofrer impactos dessas atividades".

Para a avaliação dos impactos ambientais foram utilizados alguns métodos. O primeiro foi o levantamento fotográfico dos impactos presentes na área de preservação permanente da bacia. Com isso, foi possível caracterizar os impactos ambientais utilizando a Matriz de Leopold que é um método quantitativo de avaliação de impacto.

Segundo Tommasi (1994), o uso da Matriz de Leopold permite uma rápida identificação, ainda que preliminar, dos problemas ambientais envolvidos em determinado processo, também permite identificar para cada atividade, os efeitos potenciais sobre as variáveis ambientais.

Por fim, com essas análises e levantamento de dados foi possível elaborar medidas ambientais mitigadoras que se destinam a minimizar o efeito dos impactos negativos, ou seja, diminuir sua magnitude e/ou importância, no meio físico da área e da qualidade ambiental de sua área de influência direta.

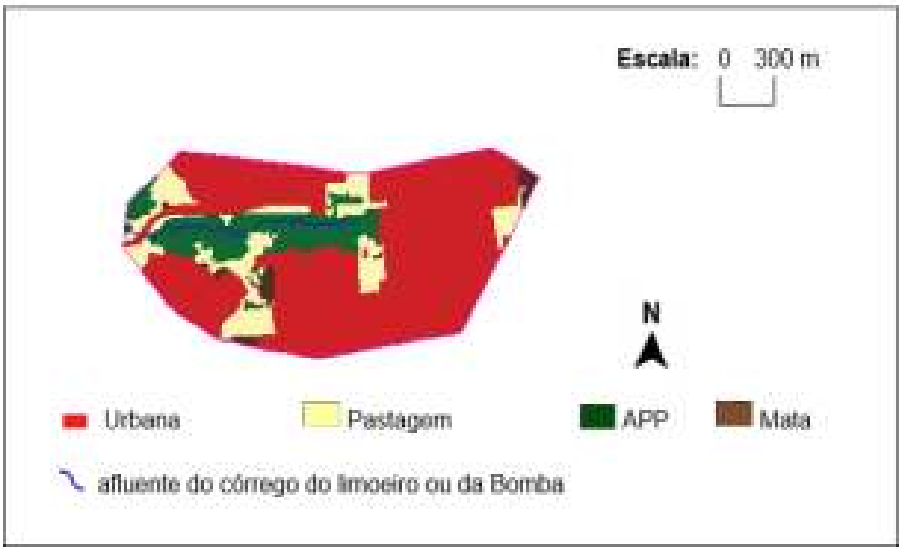
3. RESULTADOS

Com base nos processos metodológicos descritos anteriormente, os resultados obtidos estão divididos em seções. Sendo relatados através de imagens, tabelas, qua-

dros, além da contextualização e discussão desses resultados.

3.1 LEVANTAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Figura 3. Levantamento de uso e ocupação do solo da microbacia afluente do córrego do Limoeiro de Presidente Prudente – SP.



Fonte: (Os Autores, 2019).

Conforme a figura 3, a microbacia é ocupada em sua maior parte por área urbana. O local também possui zonas de pastagens, áreas de mata e APP que em alguns pontos ao longo de sua extensão encontra-se tomada pela urbanização.

3.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

Os resultados obtidos foram comparados com a resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. A lei estabelece ainda, que os padrões de qualidade das águas determinados através da resolução, estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Através dos parâmetros estabelecidos nos artigos 14°, 15°, 16° e 17°, respectivamente, é possível determinar se o corpo hídrico é de classe 1, 2, 3 ou 4.

Os resultados obtidos com as análises podem ser observados em cada ponto da área de estudo como demonstra a tabela 1.

Tabela 1. Classes dos corpos hídricos segundo resolução CONAMA 357 e Parâmetros analisados nos pontos de coleta

Parâmetros	Classes				Pontos			
	1	**2**	**3**	**4**	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**
pH	6 – 9	6 – 9	6 – 9	6 - 9	8,03	7,86	7,62	7,46
Turbidez (unt)	40	100	100	100	30,7	2,63	10,6	16,3
Condutividade (µS)	*	*	*	*	270,0	241,0	129,8	146,2
Salinidade (mg/L)	*	*	*	*	12	11	5	6
****Temperatura** (ºC)	*	*	*	*	19,3	21,0	21,1	21,2
Ferro (mg/L)	0,3	0,3	5,0	5,0	0,3482	0,2450	2,6821	2,6370
DQO (mg/L)	*	*	*	*	15,996	11,996	56,999	0,9996
Fósforo (mg/L)	0,025	0,050	0,075	0,075	0,1233	0,0821	0,0146	0,0184

***** Parâmetros não estabelecidos através da resolução CONAMA N° 357
****** Temperatura medida em laboratório

Fonte: (Os Autores, 2019).

Os parâmetros analisados, condutividade, salinidade, temperatura e DQO, não possuem seus teores estabelecidos através da legislação, mais são de extrema importância para caracterizar a qualidade da água do corpo hídrico.

Os valores obtidos de condutividade podem ser associados a salinidade, visto que a condutividade elétrica é uma medida de concentração total de sais dissolvidos presentes na água. No córrego os resultados de salinidade se mostram maiores nos pontos 1 e 2, assim como a condutividade. Tal oscilação pode estar associada devido ao desgaste do concreto utilizado na canalização da nascente, que está liberando esses sais em água.

O resultado obtido de DQO no ponto 3 demostra uma discrepância em relação aos outros, indicando que nesse local é necessária uma maior quantidade de oxigênio para degradar a matéria orgânica presente.

As análises realizadas de pH, Turbidez, ferro, fósforo e coliformes termotolerantes estão presentes na resolução CONAMA nº 357, e os resultados obtidos podem ser avaliados de acordo com algumas características pertencentes a área de estudo.

Os valores de pH 6 a 9 são considerados a faixa ideal para a maioria dos organismos, e todos os pontos de análise se encontraram dentro desse intervalo.

No percurso do córrego da nascente a foz, as concentrações de fósforo (P) dimi-

nuem consideravelmente. Os teores mais elevados se encontram próximo a nascente, possivelmente estão relacionados ao despejo de água pluvial, podendo conter detergentes devido a lavagens de veículos, calçadas, entre outros.

A jusante do córrego, as concentrações de fósforo (P) sofre uma redução. Um dos fatores que podem levar a essa minimização é o processo de autodepuração do corpo hídrico e a presença de plantas fitorremediadoras, como por exemplo, aguapés (*Eichhornia crassipes*).

Já os teores de ferro (Fe) aumentam em direção à foz, tal fator pode estar associado a recente construção de vias de acesso ao condomínio, exatamente nos pontos de coleta 3 e 4.

As vias ali presentes, interferem diretamente no corpo hídrico, já que sedimentos podem ter sido transportados durante sua construção e acumulados no leito do córrego, contendo minerais com altas concentrações de ferro.

Em relação à turbidez, os dados obtidos em todos os pontos de coleta se enquadram na classe 1, o que significa baixa presença de sólidos em suspensão facilitando a passagem da luz e consequentemente favorecendo o equilíbrio do ecossistema local.

É importante ressaltar que, apenas com os parâmetros analisados não é possível definir de fato definir a classe do afluente do Córrego do Limoeiro. Visto que para isso, a Legislação CONAMA n° 357 aborda outros parâmetros que necessitam ser analisados para determinar com exatidão a classe do corpo hídrico.

Assim, é possível apenas determinar a classe da água para cada ponto de coleta, por meio das análises que foram disponibilizadas para serem realizadas, se baseando nos teores estabelecidos através da resolução. Então, com base nas análises realizadas, o córrego de estudo será classificado nos pontos 1 e 2 como classe 4, e nos pontos 3 e 4 como classe 3.

3.2.1 BALNEABILIDADE SEGUNDO AS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Segundo a CETESB (2004), balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário (direto e prolongado) com a água, onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada.

A análise de balneabilidade na área de estudo mostra-se necessária, visto que o afluente do córrego do limoeiro deságua no Balneário da Amizade, um local de recreação primária. Sendo assim, toda e qualquer interferência que ocorra nesse córrego será diretamente encaminhada a esse corpo receptor.

Para verificar a balneabilidade através dos resultados microbiológicos obtidos, utilizou-se a Resolução CONAMA n°. 274/00, que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, classificando-as em seu artigo 2° em próprias (excelente, muito boa ou satisfatória) ou impróprias seguindo o parâmetro do número de coliformes.

Tabela 2. Padrões de balneabilidade segundo a Resolução CONAMA n° 274, comparado aos resultados obtidos nas análises.

Parâmetro	Próprias			Impróprias	Ponto 1	Ponto 2
	Excelente	Muito boa	Satisfatória			
Coliformes totais	250	500	1000	2500	-	1300
(E. *Coli)*	200	400	800	2000	63	1000

Fonte: Os Autores..

Com base nos resultados obtidos comparados à legislação, a amostra coletada no ponto 1 a montante do córrego será classificada como própria e excelente, já no ponto 2 a jusante ela é considerada como imprópria.

Em janeiro de 2018, próximo ao Balneário da Amizade, ocorreu o rompimento de uma tubulação de esgoto da Sabesp (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), sendo esse um dos possíveis motivos do aumento no teor de coliformes totais no ponto 2, pois a coleta dessa amostra se localizou na foz do córrego, muito próximo as águas do balneário.

Outro fator que pode ter elevado a esse aumento de microrganismos patogênicos é que próximo ao local de coleta no ponto 2, foi identificado a presença de cavalos e as fezes desses animais que pode ter contribuído para o aumento do teor de coliformes na água.

Assim, o afluente do Córrego do Limoeiro que deságua no Balneário possui teores de coliformes que o torna impróprio para contato primário.

3.3 LEVANTAMENTO DO PERFIL HIDRÁULICO

O levantamento do perfil hidráulico serve para demonstrar a disponibilidade hídrica no local de estudo. Para isso, é necessário expressar quantitativamente, todas as características de forma, de processos e de suas interrelações. É importante ressaltar que nenhum desses índices, isoladamente, deve ser entendido como capaz de simplificar a complexa dinâmica da bacia, a qual inclusive tem magnitude temporal (TONELLO et al, 2006).

Assim, foram realizados os cálculos da Declividade Média (Sb), Densidade de Drenagem (Dd) e realizado a medição da vazão para uma melhor compreensão do local de estudo.

3.3.1 DECLIVIDADE MÉDIA (Sb)

A declividade média da bacia tem importante relação com a infiltração, escoamento superficial, umidade do solo e contribuição de água subterrânea ao escoamento do curso de água, auxilia no controle do tempo de escoamento superficial, concentração de chuva e tem relação direta com à magnitude da enchente. A gota de chuva viaja a uma velocidade maior ou menor em função da declividade.

Sendo assim, o cálculo da declividade média da bacia realizado foi:

$$S_b = 20\ m * 4{,}625\ km / 0{,}8961 km^2$$

$$\boxed{S_b = 103{,}225\ m/km}$$

Conclui-se que a bacia apresenta alta declividade, portanto o tempo de concentra-

ção é menor e a tendência de enchentes na foz é maior.

3.3.2 DENSIDADE DE DRENAGEM (Dd)

O afluente do córrego do Limoeiro apresentou o seguinte resultado:

Dd = 1,4 km / 0,89 km²

Dd = 1,5730 km/km²

Portanto, conclui-se que a bacia apresenta uma drenagem moderada, com isso um médio tempo de concentração e uma moderada tendência de enchente.

3.3.3 VAZÃO

A vazão foi definida através do seguinte cálculo:

H=0,026m **Q** = $1{,}4 * (o{,}o26^{\frac{5}{2}})$

Q = 0,0001526 m^3/s ou 0,1526 L/s

Figura 4. Tipo de vertedor utilizado e a água formando um "véu de noiva'' ao extrapolar.



Fonte: (Os Autores, 2019).

Durante a realização do experimento (figura 4), um fator que deve ser apontado é que devido ao vertedor ser menor que a distância entre as margens do canal, foi necessária inserir uma placa para auxiliar na contenção do fluído, fazendo assim com que houvesse uma pequena perca de água entre o vertedouro e placa, fator esse que não comprometeu o estudo.

A análise da vazão resultou em um valor relativamente baixo, sendo importante ressaltar que ela não foi realizada em um dia de precipitação, e esse resultado pode ser avaliado considerando diversos aspectos estudados ao decorrer desse trabalho.

Já o aumento brusco na vazão ocorre normalmente em períodos de chuvas constantes, pelo fato de ter ocorrido a crescente urbanização, afetando assim, o escoamento superficial natural. Esse fator pode ser avaliado in loco, pois mesmo com uma vazão baixa, o córrego apresentava entre suas margens uma distância de aproximadamente 4 m, o que indica um aumento significativo da vazão em períodos de precipitação.

Além disso, para o aumento das vias fez se necessária a supressão da vegetação em alguns pontos do local, e consequentemente em épocas de chuva os sedimentos são transportados diretamente para o leito do canal, o que o leva a sofrer um processo de assoreamento.

Em sua maioria, a vegetação em torno do afluente é de espécies invasoras ou exóticas. A foz, por exemplo, encontra-se tomada por taboas que possuem características de serem consumidoras imediatas de água, diminuindo a vazão natural do leito.

3.4 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO

Após a obtenção dos pesos finais, por meio das partículas restantes em cada penei-

ra, como demonstra as figuras (5, 6 e 7), pode-se então ser determinado o tipo de solo predominante em cada um dos pontos, através de cálculos.

Figura 5. Tamanhos de peneiras utilizadas e seus respectivos pesos finais de solos no ponto 1.



Fonte: (Os Autores, 2019).

Figura 6. Tamanhos de peneiras utilizadas e seus respectivos pesos finais de solos no ponto 2.



Fonte: Os Autores**.**

Figura 7. Tamanhos de peneiras utilizadas e seus respectivos pesos finais de solos no ponto 3.



Fonte: Os Autores.

É importante ressaltar que durante os processos, ocorreram eventuais variações na pesagem, e esses valores foram estipulados através da margem de erro. Nos pontos 1 e 2 respectivamente, (0,16% e 0,22% para mais) e no ponto 3 (0,26% para menos).

Após os cálculos, as porcentagens dos grãos foram determinadas em cada ponto de análise.

Tabela 3. Porcentagens obtidas de grânulos, areia, argila e silte em cada ponto analisado.

PONTOS DE COLETA	GRÂNULOS (4-8)	AREIA (16-200)	ARGILA E SILTE (Fundo)
1	0,9584%	94,20%	4,8322%
2	2,035%	96,30%	1,656%
3	16,32%	56,326%	3,288%

Fonte: Os Autores.

Com base nos resultados obtidos, pode então concluir que o solo no ponto 1 é do tipo areno-argiloso, no ponto 2 arenoso e no ponto 3 areno-pedregulhoso.

É importante ressaltar que em cada um dos pontos o solo que obteve maior predominância foi o do tipo arenoso, característico da região.

Este solo costuma ser bastante susceptível a erosão, devido sua alta porosidade. Se caracterizando com uma drenagem do tipo indireta, que atinge rapidamente o lençol freático, minimizando os riscos de enchentes, por possuir maior tempo de concentração.

Porém, como já citado, a microbacia afluente do córrego do Limoeiro sofre com o constante processo de urbanização. Medidas como impermeabilização de vias, canalização de rios e remoção da vegetação que alteram a dinâmica natural do ciclo da água, aumentado o escoamento superficial, passando então a ter uma drenagem do tipo direta, com maior tendência a enchentes.

3.5 LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO E MATRIZ DE LEOPOLD

É notório que os impactos ocorrem em série na Área de Preservação Permanente durante todo o percurso do afluente.

O primeiro impacto a ser analisado é que a nascente e uma parte do afluente encontram-se canalizados (Figura 9) para a construção de vias, e tal fator pode causar diversos problemas à fauna aquática e a população local. Isso porque a canalização faz com que a água não infiltre no solo, alterando o seu fluxo hídrico natural, fazendo com que em época de fortes chuvas ocorra o transbordamento e provoque enchentes.

Figura 9. Canalização da nascente



Fonte: Os Autores.

Em seguida ocorre a intervenção em APP por meio de uma escola (Figura 10), parte dessa invade os 30 m estabelecidos através da Lei de Parcelamento do solo Nº 154/08 de acordo com a largura do afluente, agredindo diretamente o ecossistema local, e modificando a paisagem natural.

Figura 10. Intervenção em área de APP



Fonte: Os Autores.

Outro aspecto observado é o descarte irregular de resíduos sólidos no entorno e dentro da APP (Figura 11).

A capacidade que os resíduos sólidos descartados inadequadamente têm de degradar o meio ambiente e prejudicar a saúde tem se tornado umas das preocupações dos municípios com o descarte inadequado dos resíduos sólidos tem aumentado (ARAÚJO; PIMENTEL, 2016).

De fato, o descarte irregular de resíduos (figura 11) pode acarretar em uma série de impactos tanto sociais como ambientais, o acúmulo destes podem abrigar animais peçonhentos, atrair vetores que disseminam doenças, contaminar o solo, serem transportados para o leito dos rios em épocas de chuvas, principalmente quando depositados em áreas de preservação muito próximos ao corpo hídrico, contaminando suas águas superficiais, e até subterrâneas devido a lixiviação de substâncias tóxicas presentes nos resíduos.

Em alguns locais da APP não existe cercamento, facilitando assim a entrada da população e o descarte de resíduos, demonstrando a falta de fiscalização por meio dos órgãos ambientais do município não cumprindo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos lei N° 12.305/10.

Figura 11. Descarte irregular de resíduos sólidos na área de APP.



Fonte: Os Autores.

Próximo a Área de Preservação Permanente, está sendo construído um condomínio (figura 12).

Segundo Santos (*apud* Batista *et al*., 2013, p. 8), a construção civil é responsável por consumir entre 20% a 50% de todos os recursos naturais utilizados pela sociedade.

Figura 12. Construção do condomínio próximo à área de APP.



Fonte: Os Autores.

Como observado, a construção e o estabelecimento de um empreendimento trazem diversos impactos negativos ao meio ambiente, em especial quando construído tão próximo de uma APP como no local de estudo, visto que devido à presença desse condomínio foram construídas novas vias de acesso que passam sob o leito do rio (figura 13), interferindo diretamente no escoamento natural deste corpo hídrico.

Figura 13. Intervenção em área de APP- construção de vias.



Fonte: Os Autores.

Na construção de vias, tanto em sua fase de sua construção quanto na operação, implica em danos ambientais de vários níveis. Um exemplo seria a intensificação dos processos erosivos com a realização de desmatamentos no momento do terraplenagem, mudança de habitat da fauna e o transporte de partículas sólidas para o leito do rio acarretando o assoreamento.

Como pode ser observado na figura 14, o afluente do córrego do Limoeiro encontra-se em processo de assoreamento. Nesse local, houve a recente construção da via do qual é perceptível uma maior intensificação desse impacto, principalmente pela falta de vegetação e o aumento do escoamento superficial, fazendo com que em épocas de chuvas todas as partículas sejam transportadas diretamente para esse corpo hídrico.

Assim, é notório a não aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos lei Nº 9.433/97, pois não existem medidas de preservação no afluente do Córrego do Limoeiro.

Figura 14. Processo de assoreamento no afluente do Córrego do Limoeiro.



Fonte: (Os Autores, 2019).

No ponto mais a jusante desse afluente é possível observar um número elevado de taboas (figura 15), que são consideradas espécies vegetais invasoras. Essas se encontram fora da sua área de distribuição natural ameaçando ecossistemas, habitats e levando até a extinção de espécies, além de ser um indicativo que o terreno pode sofrer fácil processos de assoreamento.

Figura 15. Presença de espécies invasoras (taboas).



Fonte: (Os Autores, 2019).

Como pode ser observado os impactos presentes no afluente do Córrego do Limoeiro, os mesmos estão de fato ligados uns aos outros, sendo a urbanização o principal motivo para suas causas, demonstrando mais uma vez que a falta de gestão ambiental do município e o não cumprimento das legislações ambientais, levando locais como esse a sofrer uma série de impactos até entrar de vez em seu colapso ambiental.

3.5.1 MATRIZ DE LEOPOLD

No quadro 1, segue os impactos avaliados na microbacia afluente do Córrego do Limoeiro na forma da matriz.

Quadro 1. Modelo de Sánchez e Hacking (2002) baseado na matriz de Leopold

Possibilidade de ocorrência **C** (certa) – **Pr** (provável) – **In** (Incerta) Magnitude e importância – **1** a **10**			Processos erosivos e assoreamento	Fauna	Vegetação	Poluição e/ou contaminação	Qualidade de vida	Uso e ocupação do solo	Mercado de bens e serviços
Construção de condomínio e vias, ocupação de casas, comércio e escola.	**Solo**	Desmatamento e limpeza do terreno	C 4/8	C 4/7	C 6/7	In 3/4	Pr 3/4	C 4/6	C 4/5
		Revolvimento e terraplanagem	Pr 5/8	In 3/3	In 1/2	Pr 4/6	Pr 4/4	C 5/7	C 4/4
		Impermeabilização	Pr 4/4	Pr 3/3	C 6/8	C 7/8	In 2/2	C 5/6	C 5/6
		Geração de resíduos da construção civil	C 6/8	Pr 6/8	In 2/1	Pr 5/7	Pr 4/4	C 2/2	C 5/8
		Geração de resíduos urbano e domiciliares	In 1/1	Pr 6/8	In 5/7	Pr 6/7	Pr 7/8	In 2/2	C 7/8
		Descarte irregular de resíduos	In 2/3	C 8/10	Pr 3/6	C 8/10	C 8/10	C 5/8	Pr 5/8
	Água	Canalização da nascente	C 4/9	Pr 4/8	In 2/2	C 7/9	Pr 3/5	C 3/8	Pr 4/8
		Construção de galerias pluviais	C 7/9	In 4/5	Pr 4/7	C 8/10	C 5/8	C 2/7	C 3/8
		Escoamento superficial e infiltração	C 8/10	In 3/5	C 8/10	C 6/9	C 6/9	C 6/8	In 4/2
	Ar	Qualidade do ar	- /	In 2/2	In 2/1	C 4/7	Pr 6/8	In 1/2	In 1/1

Fonte: (Os Autores, 2019).

Por meio da análise da matriz e através dos dados que se mostram mais relevantes, pode-se concluir que, no solo ocorrem diversos impactos relacionados com a possibilidade de ocorrência certa, como por exemplo, os processos erosivos e assoreamentos já presentes na área, ocasionados pelo desmatamento e a supressão vegetal. Devido ao tamanho da microbacia, a magnitude apresenta um valor relativamente baixo não abrangendo outros locais. Apesar dos impactos decorrentes na área serem de pequena escala, sua importância é classificada com valores elevados devido à presença significativa desses impactos como demonstrado na AIA deste trabalho.

Com relação ao descarte irregular de resíduos, os impactos negativos afetam a fauna, polui e causa contaminação do solo e

água, interfere no uso e ocupação do solo e na qualidade de vida dos moradores locais.

A canalização da nascente é o aspecto mais relevante em relação à água, pois causa a degradação do recurso alterando sua disponibilidade, ocorrendo à diminuição da vazão pela falta de infiltração das águas pluviais. Em períodos de chuvas intensas, o escoamento superficial tende aumentar ocasionando enchentes e, consequentemente, afetando a qualidade de vida da população local.

A ausência de indústrias no local faz com que os resultados de qualidade do ar em relação à magnitude sejam baixos, entretanto, a importância dos impactos da poluição e/ou contaminação e qualidade de vida são elevados devido ao local se encontrar em meio urbano.

3.6 MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS

Medidas ambientais mitigadoras destinam-se a minimizar o efeito dos impactos, ou seja, diminuir sua magnitude e/ou importância, no meio físico da área e da qualidade ambiental de sua área de influência direta (ALMEIDA JUNIOR, 2004).

O ideal é que as medidas mitigadoras sejam elaboradas previamente na implementação de uma atividade, porém neste trabalho as propostas serão descritas pensando em atividades que já estão em andamento, buscando elaborar medidas que sejam compensatórias, e que minimizem impactos já existentes.

Visando conservar o meio ambiente e manter o bem-estar da população local, algumas medidas mitigadoras podem ser tomadas, como demonstra no quadro 2.

As medidas mitigadoras e compensatórias propostas buscam alcançar um desenvolvimento sustentável, garantindo a preservação do meio ambiente e o crescimento econômico, demostrando caminhos para que os recursos não entrem em escassez, e assim ocorra de fato o que a Constituição Federal (1988) propõe em seu Art. 225 que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado [...] ”.

Quadro 2. Medidas mitigadoras e compensatórias de acordo com a atividade.

Atividades	Medidas Mitigadoras ou Compensatórias
Construção do condomínio	Executar todas as ações de implantação seguindo exigências dos órgãos ambientais e municipais vigentes com a fiscalização do mesmo nas execuções de aterros e cortes; aplicar obras de retaludamento em torno do rio evitando processos de assoreamento; impermeabilização do solo apenas em locais necessários dando prioridade para a implantação de calçadas ecológicas; desmatar o mínimo possível; limpeza de maquinários de forma adequada evitando a poluição e contaminação do solo/ água (utilizar tratamentos se for o caso); fazer o uso de EPI's para os trabalhadores da construção; aplicar programas de educação ambiental para os envolvidos na obra; implementar o plano de gerenciamento de resíduos da construção civil (PGRCC) e obter um plano de contingência.
Construção de vias	Fiscalização dos órgãos competentes em relação ao desmatamento da área; implantação de calçadas ecológicas evitando o solo exposto, susceptível ao fenômeno splash; compensação da vegetação nas áreas ao entorno; realizar a contenção e estabilização de processos erosivos; medidas de manutenção dos taludes próximos ao leito do rio;
Comércio/ Casas/Escolas	Fazer aplicações de projetos voltados à educação ambiental abordando os 3R's; a importância da logística reversa e benfeitoria da mesma; melhoria na coleta seletiva; implantação de eco- pontos para coleta de resíduos/ rejeitos seja da construção civil ou equipamentos eletrônicos; e implantação de calçadas ecológicas, telhados verdes, sistema de reaproveitamento da água pluvial (dependendo do espaço adquirido para determinado fim).
Intervenção em APP	Evitar a supressão da vegetação. Caso ocorra, fazer a compensação da área priorizando as áreas ao entorno.
Tratamento de efluente	Manutenção da tubulação evitando possível poluição/contaminação da água e do solo.

Fonte: (Os Autores, 2019).

4. DISCUSSÃO

Nota-se que o afluente do córrego do Limoeiro sofre com a constante interferência de ações antrópicas, tais como: canalização da nascente, ocupação inadequada do solo, supressão da vegetação, descarte irregular de resíduos em seu entorno, entre outros, tais fatores afetam diretamente a qualidade desse corpo hídrico.

Além disso, os estudos de impactos ambientais que foram levantados são importantes para apontar as interferências no meio ambiente, e propor ações que compensem, minimizem ou até evitem impactos negativos, garantindo a preservação dos recursos naturais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico ambiental é um importante estudo a ser realizado para o profissional de engenharia ambiental e sanitária, para que possa desenvolver sua capacidade e habilidade de fazer levantamento de dados e poder propor soluções ao problema, assim como foi feito nesse trabalho.

Ao longo de todo o processo de interação com a área de estudo foi possível levantar os aspectos e impactos presentes e observar que este meio vendo sendo interferido por ações antrópicas, fazendo com que alterem o meio biótico e abiótico desse ecossistema.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os professores do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e a todos os outros que contribuíram para o êxito no decorrer desse trabalho.

REFERÊNCIAS

APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19 ed. New York: APHA, WWA, WPCR, 1995. p. 1268, Disponível em: http://www.daee.sp.gov.br/legislacao/arquivos/835/decreto_10755.pdf. Acesso em: 30 out. 2018.

ALBUQUERQUE, A. R. C. Bacia hidrográfica: unidade de planejamento ambiental. Bacia hidrográfica: unidade de planejamento ambiental Revista Geonorte, v. 4, n. 4, p. 201-209, 2012. Disponível em: http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1913/1788. Acesso em: 06 nov. 2018.

ARAUJO, K. K.; PIMENTEL, A. K. A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros vergel do Lago e Jatiúca em Maceió. **Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Alagoas, v. 4, n. 2, p. 626-668, 2016. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/2762/2283. Acesso em 24 out. 2018. https://doi.org/10.19177/rgsa.v4e22015626-668

BATISTA, G. B.; NEVES JUNIOR, J. L.; PICOLI, R. L. Impactos ambientais na implantação de condomínios horizontais no Distrito Federal e o papel do gestor ambiental neste processo. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 4., 2013, Salvador. **Anais eletrônicos** [...]. Salvador: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais – IBEAS, 2013. Disponível em: https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/V-043.pdf. Acesso em: 30 jul. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Congresso Nacional. **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. 25 de janeiro de 2001. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272. Acesso em: 24 out. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Congresso Nacional. **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 18 de março de 2005. Disponível em:http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459. Acesso em: 24 out. 2018.

DE ASSIS, J. M. O., SOBRAL, M. C. M., DE SOUZA, W. M. 2012. Análise de Detecção de Variabilidades Climáticas com Base na Precipitação nas Bacias Hidrográficas do Sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 5, n°3, p. 394-402, ago. 2017. https://doi.org/10.26848/rbgf.v5i3.232877

DOS SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2004.p. 72-73.

ABNT. **NBR 7181/1984:** Solo- Análise granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. Disponível em: https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2015/03/nbr-7181.pdf. Acesso em: 11 nov. 2018.

FREITAS, I. M. **Os resíduos de Construção Civil no Município de Araraquara/SP**. 2009. Dissertação (Mestrado) –UNIARA, Araraquara – SP, 2009. Disponível em: http://www.uniara.com.br/mestrado_drma/arquivos/dissertacao/isabela_mauricio_freitias.pdf. Acesso em: 24 out. 2018.

NETTO, J. M. A.; ALVAREZ, G. A. **Manual de Hidráulica.** 7. ed. São Paulo: E. Blucher, 1982.

OILFIELD GLOSSARY. **Escala de Udden-Wentworth.** Disponível em: https://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/u/udden-wentworth_scale.aspx. Acesso em: 31 out. 2018.

ROCHA, E. C.; DO CANTO, J. L.; PEREIRA, P. C. Avaliação de impactos ambientais nos países do Mercosul. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 8, n. 2, p. 147-160, Dec. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/asoc/v8n2/28609.pdf. Acesso em: 24 out. 2018. https://doi.org/10.1590/S1414-753X2005000200008

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental:** conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

SANTOS, A. **Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: um estudo de caso**. 1995. Dissertação (Mestrado) - .. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 1995..

TOMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo: CETESB, 1994.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; DE SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n.5, abr. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n5/a19v30n5.pdf. Acesso em: 24 out. 2018. https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000500019