

## MAPEAMENTO DA CONTAMINAÇÃO POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NA CIDADE DE LONDRINA-PR

Igor Shoiti Shiraiishi (UEPG) E-mail: [igor-iss@hotmail.com](mailto:igor-iss@hotmail.com)  
Viviane Fernandes de Souza (UEPG) E-mail: [vivifdesouza@hotmail.com](mailto:vivifdesouza@hotmail.com)

**Resumo:** Os postos de combustíveis desempenham uma atividade essencial para a sociedade, entretanto, problemas operacionais e nos equipamentos podem levar à liberação indesejada de hidrocarbonetos tóxicos para o meio ambiente. Este trabalho buscou elaborar uma base de dados georreferenciados sobre a contaminação por postos de combustíveis para a cidade de Londrina-PR. Os dados foram coletados a partir dos processos de licenciamento ambiental, junto ao Instituto Água e Terra da regional de Londrina. Foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica (SIG) para uma análise integrada das áreas contaminadas e dos recursos hídricos a serem protegidos. Dentre os 115 postos em atividade, 16 (13,9%) apresentaram contaminação por derivados de hidrocarbonetos em seu território. Duas áreas contaminadas se localizam na bacia hidrográfica do Ribeirão Jacutinga, a montante do ponto de captação de água para abastecimento de Ibiporã-PR. Foram registrados altos níveis de TPH, sendo a maior concentração de 17.600 mg/kg de solo. Os compostos químicos benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos e naftaleno foram detectados em diferentes pontos da cidade, sendo que o benzeno foi identificado em água subterrânea ao nível de 1.774,2 µg/L. Quatro poços tubulares da cidade se encontram a uma distância inferior a 100 metros em relação aos pontos de contaminação. A principal origem dessas contaminações é a área dos tanques subterrâneos. Os resultados apresentados, a partir da elaboração de mapas, representam um diagnóstico da contaminação na cidade de Londrina, sendo que a análise integrada em ambiente SIG é uma importante ferramenta ao gerenciamento das áreas contaminadas por parte do poder público.

**Palavras-chave:** Sistema de informações geográficas, hidrocarbonetos, passivo ambiental, gerenciamento de áreas contaminadas.

## MAPPING OF CONTAMINATION BY FUEL STATIONS IN THE CITY OF LONDRINA-PR

**Abstract:** Gas stations are an essential activity for society, however, operational and equipment problems can lead to the unwanted release of toxic hydrocarbons into the environment. This work aimed to develop a georeferenced database on contamination by gas stations for the city of Londrina-PR. The data were collected from the environmental licensing procedures, with the Instituto Água e Terra, regional of Londrina. The Geographic Information System (GIS) was used for an integrated analysis of contaminated areas and water resources to be protected. Among the 115 gas stations in operation, 16 (13.9%) have contamination by hydrocarbon derivatives in their sites. Two contaminated areas are located in the River Jacutinga hydrographic basin, upstream from the water catchment point to supply the city of Ibiporã. High levels of TPH have been recorded, with the highest concentration of 17,600 mg/kg of soil. The chemical compounds benzene, toluene, ethylbenzene, xylenes and naphthalene were detected in different parts of the city, and benzene was identified in groundwater at the level of 1,774.2 µg/L. Four tubular wells in the city are located less than 100 meters from the points of contamination. The main source of these contaminations is the area of the underground tanks. The results presented, based on the elaboration of maps, represent a diagnosis of contamination in the city of Londrina, and the integrated analysis in a GIS environment is an important tool for the management of contaminated areas by the government.

**Keywords:** Geographic information system, hydrocarbons, environmental liability, contaminated area management.

### 1. Introdução

A demanda brasileira por combustíveis automotivos é suprida por um total de 40.021 postos revendedores, conforme dados da Agência Nacional de Petróleo – ANP levantados ao final do ano de 2018. O Paraná ocupa a quinta posição dentre os estados brasileiros com os maiores números de estabelecimento comerciais que revendem combustíveis, com 6,8% do total de postos, ficando atrás de São Paulo (21,8%), Minas

Gerais (10,9%), Rio Grande do Sul (7,7%) e Bahia (6,9%) (ANP, 2019)

As atividades desempenhadas pelos revendedores de combustíveis são essenciais para a sociedade, entretanto, durante a operação dos postos, é possível ocorrer a liberação indesejada de combustíveis para o meio ambiente na forma de líquidos e vapores (HILPERT et al., 2015). Sendo os combustíveis formados por uma mistura complexa, muitos de seus compostos, em especial os hidrocarbonetos, possuem propriedades tóxicas e carcinogênicas ao atingirem os ecossistemas e os seres humanos (THOMAS et al., 2014; SUN et al., 2018).

São poucas as informações disponíveis no Brasil sobre o diagnóstico de áreas contaminadas (RAMALHO, 2013), contudo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB quantificou um total de 652 áreas contaminadas para esse estado, sendo que dentre as áreas, 359 correspondem aos postos de combustíveis. As demais atividades geradoras de contaminação referem-se a indústrias, comércios, agricultura e outras (CETESB, 2019). Ao representar a maior fonte de contaminação dentre todas as atividades potencialmente poluidoras, os postos de combustíveis merecem especial atenção à preservação de um meio ambiente equilibrado e sadio.

A adequada gestão das áreas contaminadas foi estabelecida em nível nacional pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama no 420/2009 (BRASIL, 2009). Entretanto, diferentemente do estado de São Paulo, o Paraná ainda não conta com dados consolidados e publicados sobre suas áreas contaminadas, sendo esse um grande empecilho à devida gestão dos sites com contaminação e ao controle social.

Assim, o presente trabalho visou a elaboração de uma base de dados georreferenciados, tendo os postos de combustíveis da cidade de Londrina e as áreas contaminadas como objetos de análise.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Área de estudo**

O município de Londrina localiza-se ao norte do Paraná (Figura 1) com população aproximada de 570 mil habitantes. (IBGE, 2019). A cidade foi estabelecida em 1929, sendo que sua área havia sido projetada para acomodar apenas 20 mil habitantes, experimentando um rápido crescimento desordenado (FARIA et al., 2014). O município é considerado referência no desenvolvimento regional e nacional nas atividades de comércios e serviços, agroindustrial, sendo também conhecida pela qualidade na área da saúde e educação pública (VALENTIM, 2017).

A cidade de Londrina possui área de 1.652,569 km<sup>2</sup> (IBGE, 2019) e está inserida geologicamente sobre a Formação Serra Geral, e hidrogeologicamente sob o aquífero Serra Geral Norte. A porção sudeste localiza-se em zona de recarga do Aquífero Guarani. O clima, conforme classificação de Koppen-Geiger, é Cfa, ou seja, subtropical úmido com verões quentes e precipitações ao longo do ano (VALENTIM, 2017).

O bioma predominante na região é a Mata Atlântica, onde a vegetação original abrigava a floresta tropical semidecídua (FARIA et al., 2014). O solo do território londrinense é predominantemente classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico de origem basáltica (VALENTIM, 2017).

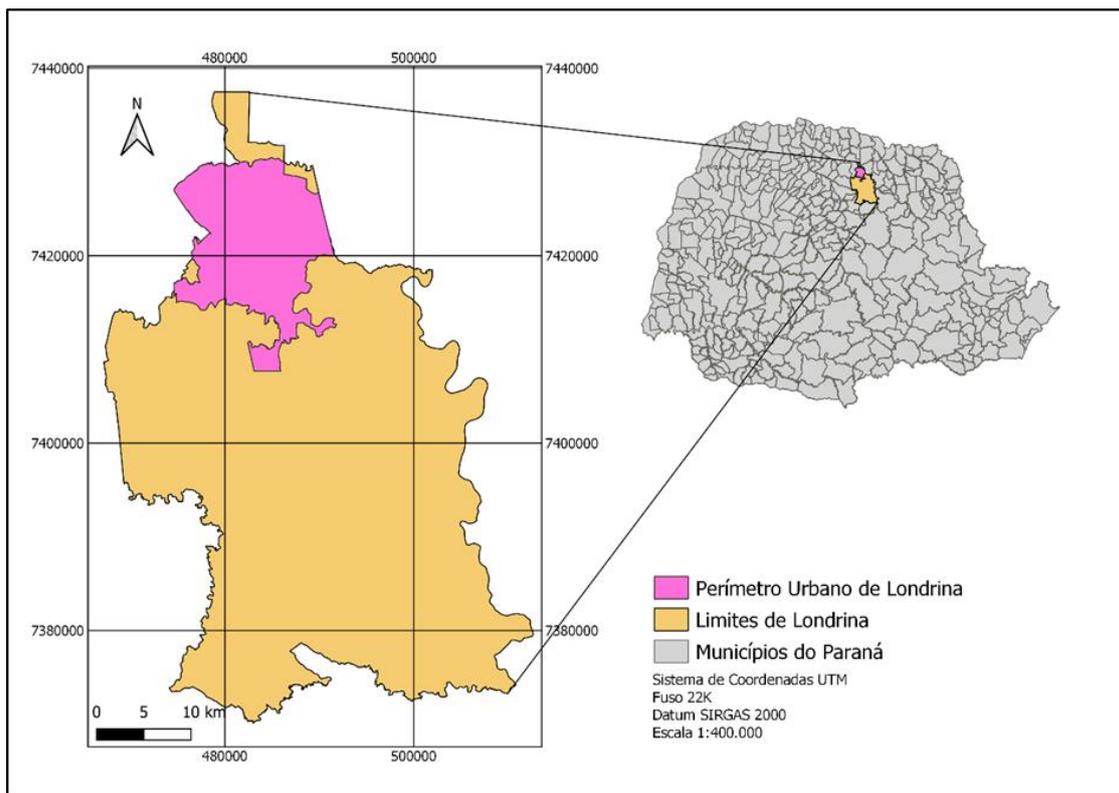


Figura 1 – Mapa de localização do município de Londrina, Paraná

## 2.2 Espacialização dos postos de combustíveis e mapeamento na área de estudo

Este trabalho utilizou a base de dados georreferenciada do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná – ITCG para a delimitação do município de Londrina e dados do Instituto das Águas do Paraná para a demarcação dos corpos hídricos. A delimitação das bacias hidrográficas foi realizada a partir da base de dados da Prefeitura de Londrina e a geolocalização dos poços de captação de água foram obtidos pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (Siagas).

Foi utilizado o sistema de coordenadas em UTM (Universal Transversal de Mercator), com datum SIRGAS 2000. Vale destacar que atualmente o ITCG e o Instituto das Águas do Paraná foram fundidos com o Instituto Ambiental do Paraná – IAP dando origem ao Instituto Água e Terra.

Para a espacialização de cada um dos 115 postos de combustíveis, foram consultados os processos de licenciamento ambiental do Instituto Água e Terra, os quais contam com o cadastro do empreendimento e sua geolocalização. Os dados foram ratificados com o auxílio do Google Earth e os mapas foram elaborados utilizando-se o software QGIS 3.12. Os empreendimentos foram classificados quanto as cinco principais bacias hidrográficas que ocupam no município de Londrina: Bacia do Ribeirão Jacutinga, Bacia do Ribeirão Lindoia, Bacia do Ribeirão Cambé, Bacia do Ribeirão Limoeiro e Bacia do Ribeirão Cafezal.

## 2.3 Análise integrada da contaminação

Os processos de licenciamento ambiental de postos de combustíveis também foram avaliados quanto aos estudos de passivos ambientais: avaliação preliminar e investigação confirmatória além da investigação detalhada daqueles que já a realizaram.

Nesta etapa foi avaliada a presença ou ausência de contaminação, compostos químicos identificados, bem como suas respectivas concentrações em solo e/ou água subterrânea e a provável origem da contaminação.

As concentrações de contaminantes foram comparadas com os Valores de Intervenção – VI's estabelecidos na Resolução Sedest 003/2020 (PARANÁ, 2020), de forma que as áreas que apresentaram concentração de ao menos um composto de interesse superior ao VI foram consideradas como contaminadas.

Finalmente, os locais com presença de contaminantes foram sobrepostos com cartas da hidrografia e de localização de poços tubulares e pontos de captação para abastecimento de água, uma vez que estes são fatores de vulnerabilidade ambiental.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Mapeamento dos postos de combustíveis de Londrina

O mapeamento dos 115 postos de combustíveis em atividade na cidade de Londrina é apresentado na Figura 2, onde os empreendimentos foram classificados conforme a bacia hidrográfica que ocupam. O uso das bacias hidrográficas como unidades de gestão ambiental permite uma abordagem integrada entre os recursos ambientais e os fatores antrópicos (PORTO; PORTO, 2008). O Instituto Água e Terra adotou recentemente as gerências de bacias hidrográficas em substituição às chefias de regionais.

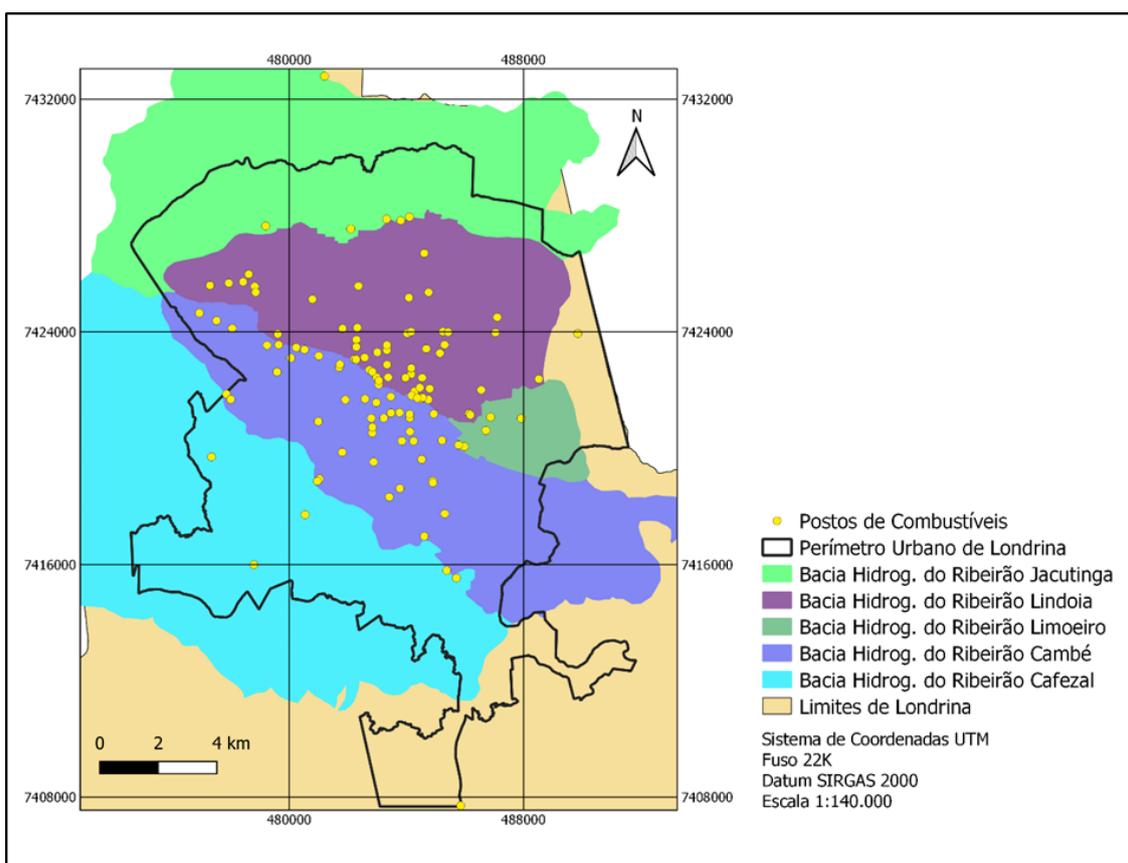


Figura 2 – Mapeamento dos postos de combustíveis em atividade na cidade de Londrina

Conforme a classificação dos empreendimentos por bacia hidrográfica, 48 postos (42%) se localizam na Bacia do Ribeirão Lindoia, 48 (42%) na Bacia do Ribeirão Cambé, 7 (6%) na Bacia do Ribeirão Limoeiro, 6 (5%) na Bacia do Ribeirão Jacutinga e 6 (5%)

na Bacia do Ribeirão Cafezal. Nota-se a predominância de empreendimentos dentro do perímetro urbano de Londrina, principalmente da região central, local de maior densidade populacional.

### 3.2 Levantamento das áreas contaminadas por postos de combustíveis em Londrina

Após análise dos estudos de passivo ambiental, integrantes dos processos de licenciamento ambiental dos postos de Londrina, são apresentados no Quadro 1 os 16 postos em que foram identificadas contaminações.

Quadro 1 – Levantamento das áreas contaminadas por postos de combustíveis ativos em Londrina

A - Matriz Solo				
Posto	Composto	Concentração encontrada (mg/kg)	Valor de Intervenção – VI (mg/kg)	Bacia Hidrográfica
1	Benzeno	0,109	0,08	Ribeirão Jacutinga
2	TPH	17.600	1.000	Ribeirão Jacutinga
3	TPH	5.648,4	1.000	Ribeirão Lindoia
4	TPH	5.980	1.000	Ribeirão Lindoia
5	TPH	1.510-2.680	1.000	Ribeirão Lindoia
6	Benzeno	0,0905-0,2171	0,08	Ribeirão Lindoia
	Tolueno	34,3922	30	
	Xilenos	133,4276	30	
7	TPH	1.361,7	1.000	Ribeirão Lindoia
8	TPH	2.380,4	1.000	Ribeirão Lindoia
9	TPH	1.054-7.840	1.000	Ribeirão Lindoia
10	TPH	2.110-9.130	1.000	Ribeirão Lindoia
11	Etilbenzeno	273,99	40	Ribeirão Cambé
	Tolueno	40,10	30	
	Xilenos	158,54-2.840,85	30	
	TPH	1.975,30-11.380,60	1.000	
12	TPH	2.084	1.000	Ribeirão Cambé
13	TPH	4.370	1.000	Ribeirão Cambé
15	TPH	6.780	1.000	Ribeirão Cambé
16	TPH	3.653-6.560	1.000	Ribeirão Cafezal
B - Matriz Água				
Posto	Composto	Concentração encontrada (µg/L)	Valor de Intervenção – VI (µg/L)	Bacia Hidrográfica
6	Benzeno	999,7-1.774,2	5	Ribeirão Lindoia
	Tolueno	10.887,4-13.991,5	700	
	Etilbenzeno	1.292,5-2.105,8	300	
	Xilenos	773-19.684,4	500	
	Naftaleno	204,8-2.380,5	140	
	TPH	8.509,2-151.730,2	600	
14	Benzeno	41,61-48,92	5	Ribeirão Cambé
	Etilbenzeno	695,72	300	
	Xilenos	2933,91	500	

Fonte: Autoria própria

Assim, 13,9% dos postos de combustíveis em atividade no município de Londrina possuem contaminação. Tal resultado é ligeiramente superior ao apresentado por Lima e colaboradores (2017) que encontraram a quantia de 12,6% de postos contaminados no município de Cuiabá (MT). Por outro lado, um levantamento realizado por Brito e Vasconcelos (2012) revelou que mais de 50% dos postos de combustíveis do município

de Belo Horizonte (MG), que realizaram o estudo de passivos ambientais, relataram contaminação em suas áreas.

Os postos 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15 e 16 (Quadro 1) apontaram apenas o parâmetro TPH em solo acima dos padrões estabelecidos pela legislação, sendo solicitado pelo órgão ambiental uma melhor caracterização da pluma de contaminação.

Esses postos não apresentaram desconformidades nas concentrações dos demais compostos discriminados na Resolução Sedest 003/2020 (PARANÁ, 2020). Como o TPH representa um grupo de hidrocarbonetos sem especificar cada um dos compostos presentes, esse parâmetro por si só não permite maiores aprofundamentos sobre a natureza da contaminação. Entretanto, trata-se de um importante indicativo que subsidiará as investigações futuras nas áreas em que o mesmo foi identificado.

É importante destacar que o posto 2 (Quadro 1A) abriga a maior concentração de TPH em solo com 17.600 mg/kg, valor este quase 18 vezes superior ao padrão estabelecido de 1.000 mg/kg. Além disso, os postos 1 e 2 localizam-se dentro da Bacia do Ribeirão Jacutinga (Figura 3) sendo esse um importante fator de agravamento, uma vez que o Ribeirão Jacutinga é utilizado como manancial de abastecimento público do município de Ibiporã, que está a jusante desses postos, a leste de Londrina.

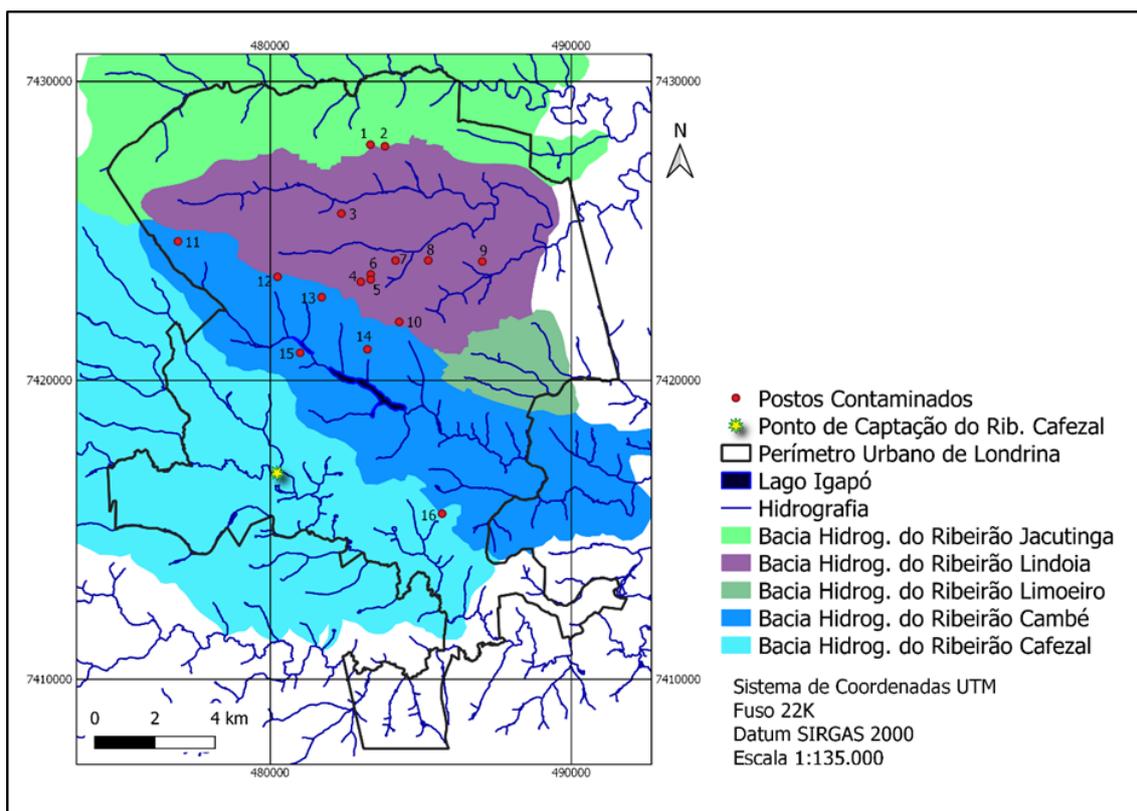


Figura 3 – Mapeamento dos postos de combustíveis em atividade no município de Londrina

Todos os estabelecimentos londrinenses localizados dentro da bacia do Ribeirão Jacutinga representam um potencial de degradar a qualidade da água que abastece o município de Ibiporã, sendo, portanto, um gargalo na gestão das áreas contaminadas. É de suma importância que os responsáveis pela contaminação, bem como o órgão ambiental acompanhem e promovam a remediação da área, tendo em vista a

preservação da qualidade ambiental e da saúde humana.

O posto 16 (Quadro 1A) também apresentou expressiva contaminação de TPH com concentração em solo de até 6.560 mg/kg desse grupo de hidrocarbonetos. O empreendimento em questão localiza-se dentro da Bacia do Ribeirão Cafezal, o qual é manancial de abastecimento público de Londrina, entretanto, o empreendimento contaminado localiza-se a jusante do ponto de captação de água. Não foi identificada contaminação em nenhum posto de combustível de Londrina a montante do ponto de captação de água, indicando um resultado positivo à qualidade da água que abastece a população londrinense.

O posto 11 (Quadro 1A), localizado na bacia do Ribeirão Cambé, apontou notáveis concentrações de TPH (até 11.380,60 mg/kg), e de compostos integrantes do grupo BTEX: etilbenzeno (273,99 mg/kg), tolueno (40,10 mg/kg) e xilenos (até 2.840,85 mg/kg). Devido ao potencial tóxico e carcinogênico, esses compostos devem ser rigorosamente monitorados, evitando que alcancem águas subterrâneas ou outras vias.

A altíssima concentração de xilenos no posto 11, cerca de 95 vezes superior ao padrão exigido de 30 mg/kg em solo, é preocupante. Apesar do local contaminado não se encontrar em área de manancial para abastecimento público, uma avaliação de risco à saúde humana mostra-se necessária. Concentrações elevadas de xilenos podem resultar em tontura, sonolência, perda da consciência e até a morte (KANDYALA; RAGHAVENDRA; RAJASEKHARAN, 2010).

O Quadro 1A mostra também, que os outros postos contaminados 12, 13, 14 e 15 localizam-se dentro da bacia do Ribeirão Cambé, em afluentes que abastecem o Lago Igapó, principal cartão postal do município de Londrina. O Lago Igapó é utilizado pela população para a pesca esportiva e de subsistência, prática de esportes náuticos, constituindo um dos principais locais públicos de lazer da cidade (SILVA, 2017). O ingresso dos contaminantes nesse corpo hídrico pode comprometer sua beleza cênica e representa um potencial risco por contato dérmico.

O posto 6 (Quadro 1B), inserido na bacia do Ribeirão Lindoia, apresenta o perfil de contaminantes mais crítico, apesar de estar fora da região de manancial. Foram apontadas elevadas concentrações de hidrocarbonetos tanto no solo quanto na água subterrânea do empreendimento, devido à infiltração dos contaminantes.

A alta concentração de benzeno em água (até 1.774,2 µg/L) no posto 6 é cerca de 355 vezes superior ao padrão de 5 µg/L estabelecido na Resolução Sedest 003/2020 (PARANÁ, 2020). O teor de benzeno é muito prejudicial a qualquer indivíduo que venha a consumir essa água contaminada, o que pode ocorrer por meio de poços de captação, bastante comuns na cidade.

O benzeno compõe até 5% do combustível (HILPERT et al., 2015) e é o composto com os mais rígidos padrões dentre todos os contaminantes de interesse, devido aos riscos relacionados à sua exposição: leucemia mieloide aguda (THOMAS et al., 2014; SUN et al., 2018), redução do número de células sanguíneas, doenças hematopoiéticas e genotoxicidade. Efeitos agudos, respostas da exposição a altas concentrações, incluem tontura, náuseas, coma, falha nos rins e doenças sanguíneas (SUN et al., 2018).

Além da contaminação em água por TPH (até 151.730,2 µg/L) e todos os compostos do grupo BTEX: benzeno, tolueno (até 13.991,5 µg/L), etilbenzeno (até 2.105,8 µg/L) e xilenos (19.684,4 µg/L), o posto 6 também identificou a contaminação por naftaleno (2.380,5 µg/L), sendo este o único empreendimento a apontar tal composto.

Diferentemente dos outros compostos químicos destacados até então, o naftaleno pertence ao grupo dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), com dois anéis aromáticos em sua estrutura. Trata-se de um composto de comprovada natureza tóxica e carcinogênica, além disso, os produtos da transformação do naftaleno podem interagir com as células dos rins e pulmões e inibir a respiração celular (BARMAN et al., 2017).

O grupo de compostos classificados como HPA representam uma grande preocupação ambiental, devido a sua persistência nos ecossistemas, sendo listados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) e pela Comunidade Europeia como poluentes prioritários (RAMALHO, 2013).

Apenas os postos 6 e 14 (Quadro 1B) apontaram contaminação na água, indicando um cenário mais positivo do que aqueles encontrados por Lima e colaboradores (2017), com 13 postos de combustíveis. A facilidade de contaminação da água subterrânea por derivados de hidrocarbonetos é influenciada por diferentes fatores, como a natureza do contaminante, tipo, composição e espessura do solo e pluviometria (NEIL; SI, 2019).

Também vale destacar que outros compostos nocivos, não contemplados na Resolução Sedest 003/2020, já foram utilizados como aditivos químicos aos combustíveis como é o caso do chumbo tetraetila (CTE), relacionado com problemas no sistema nervoso, e o aditivo de gasolina éter metil-terc-butílico (MTBE), potencial agente carcinogênico aos seres humanos (HILPERT et al., 2015). No Brasil, o uso dos citados aditivos é proibido, sendo que a sua função foi substituída pelo álcool etílico (RAMALHO, 2013).

As áreas contaminadas também foram avaliadas quanto à proximidade de poços tubulares de captação de água (Figura 4), uma vez que esta representa uma possível via de ingresso dos contaminantes à população.

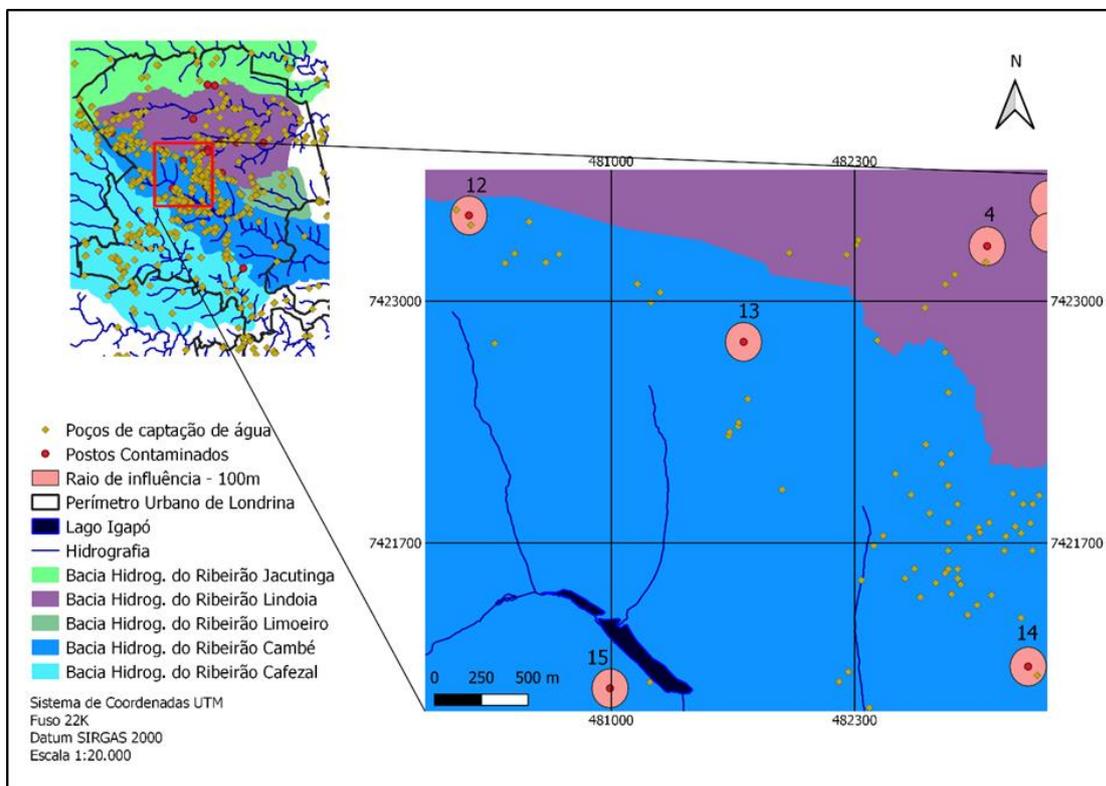


Figura 4 – Mapeamento dos poços de captação de água em relação às áreas contaminadas

Dentre todas as áreas contaminadas levantadas neste estudo, apenas os postos 4, 12 e 14 possuem poços de captação de água dentro de um raio de 100 metros. É importante destacar que os contaminantes do posto 14 já atingiram as águas subterrâneas, de forma que a migração desses compostos representa um grande risco aos usuários do poço de captação em seu raio de influência.

O mapa (Figura 4) gerado nessa etapa é uma importante ferramenta a ser proposta ao gerenciamento realizado pelos órgãos públicos, uma vez que facilitam a identificação de riscos. Os usuários dos poços tubulares próximo a áreas contaminadas devem ser alertados quanto à presença da contaminação e os perigos relacionados ao consumo dessa água, sendo sempre indicado a realização de análises físico-químicas.

### 3.3 Avaliação da origem das contaminações

As prováveis causas das contaminações encontradas nos postos de combustíveis de Londrina foram descritas em cada um dos estudos de passivo ambiental e são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Levantamento dos pontos de origem de contaminação indicados nos estudos de passivos ambientais

Posto	Composto	Possível causa da contaminação	Ano do Estudo
1	Benzeno	Tanques	2017
2	TPH	Caixa Separadora de Água e Óleo	2016
3	TPH	Bomba de abastecimento	2019
4	TPH	Bomba de abastecimento de diesel	2018
5	TPH	Tanques (antigos)	2015
6	Benzeno	Tanques e Bomba de abastecimento	2019
	Tolueno		
	Etilbenzeno		
	Xilenos		
	Naftaleno		
7	TPH	Bomba de abastecimento	2019
8	TPH	Tanques (antigos)	2017
9	TPH	Bomba de abastecimento	2017
10	TPH	Tanques (antigos)	2019
11	Etilbenzeno	Bomba de abastecimento de diesel	2019
	Tolueno		
	Xilenos		
	TPH		
12	TPH	Bomba de abastecimento	2016
13	TPH	Tanques	2016
14	Benzeno	Tanques	2016
	Etilbenzeno		
	Xilenos		
15	TPH	Bomba de abastecimento de diesel	2016
16	TPH	Tanques e Bomba de abastecimento de diesel	2015

Fonte: Autoria própria

Dentre as causas relatadas, os tanques de armazenamento de combustíveis mostram-se como os principais fatores de contaminação. Tal resultado está relacionado com a possibilidade de vazamento nos tanques, principalmente aqueles mais antigos, que possuíam parede simples, ou seja, apenas uma camada metálica de aço-carbono (BERNARDINI, 2016), bastante suscetível à contaminação diante de avarias.

Atualmente os tanques instalados em postos devem ser jaquetados: paredes duplas sendo uma camada interna de aço-carbono e uma externa de resina termofixa reforçada com fibra de vidro ou outro material não metálico para evitar a ocorrência de corrosão. Além disso, há entre as camadas o espaço intersticial, onde se instala o sistema de monitoramento eletrônico, que tem por finalidade acusar eventuais vazamentos (ABIEPS, 2011).

Outro importante fator a ser levado em conta é a possibilidade de contaminação no momento da descarga de combustíveis. O mal manuseio pode exceder a quantidade suportada pelos tanques, levando ao extravasamento. O excesso de combustível tende a ficar retido nos denominados *spills* das bocas de descarga, que agem na retenção do combustível extravasado (ABIEPS, 2011), de forma que o operador possa fazer a extração do líquido logo em seguida.

Caso o combustível não seja devidamente retirado ou fique armazenado por longos períodos, poderá ocorrer a corrosão do *spill*, o qual é constituído de Polietileno de Alta Densidade (PEAD). Assim, uma vez que o *spill* esteja avariado, poderá ocorrer a infiltração dos combustíveis presentes nele.

Conforme o estudo realizado por Ramires e Ribeiro (2011), os vazamentos em tubulações e tanques de armazenamento subterrâneos de combustível são a principal fonte de contaminação de solo e águas subterrâneas da cidade de São Paulo, com 621 casos (83,6%) dentre as 763 registradas no município até o ano de 2007.

As bombas de abastecimento e filtros de diesel podem apresentar vazamentos, os quais são coletados pelos denominados *sumps*: bacias de PEAD localizadas abaixo dos equipamentos mencionados. Entretanto, assim como os *spills*, os *sumps* também podem apresentar corrosões, proporcionando a infiltração dos compostos indesejados no solo.

O Sistema Separador de Água e Óleo (SSAO) é um importante elemento de controle ambiental nos postos. Todos os efluentes coletados pelas canaletas da pista de abastecimento, pista de descarga de combustíveis, áreas de troca de óleo e lavagem de veículos devem ser direcionados ao SSAO para tratamento físico, antes de serem destinados à rede pública.

Os SSAO modernos são caracterizados pela presença de um elemento coalescente em seu interior, o qual promove uma retenção otimizada das partículas de óleo (CARVALHO; KRUK, 2013). Erros na instalação ou no dimensionamento do SSAO podem promover avarias em sua estrutura, como é o caso da flutuação na presença de água em contato com seu exterior e rompimento das tubulações, caso o sistema não esteja devidamente ancorado ao solo. Se as avarias descritas ou outras avarias em sua estrutura estejam presentes, os efluentes líquidos direcionados acabam por infiltrar no solo, originando a contaminação.

A manutenção e limpeza do SSAO é essencial para garantir que o efluente tratado atenda aos parâmetros exigidos pelas normas ambientais. No Art. 34 da Resolução Sedest 003/2020 são apresentadas as exigências para que os efluentes possam ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d'água (PARANÁ, 2020). Tais exigências envolvem parâmetros como pH entre 5 e 9; temperatura até 40° C; DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) menor que 100 mg/L e DQO (Demanda Química de Oxigênio) abaixo de 300mg/L, entre outros. Bem como, a presença de benzeno até 1,2 mg/L; etilbenzeno até 0,84 mg/L; tolueno até 1,2 mg/L e xileno até 1,6 mg/L (PARANÁ, 2020).

O acompanhamento desses parâmetros é de grande relevância ambiental, uma vez que

os efluentes destinados para a galeria de águas pluviais são lançados nos corpos hídricos superficiais e mesmo os efluentes direcionados à galeria de esgoto podem não receber o tratamento adequado para a remoção dos contaminantes originados dos combustíveis.

#### **4. Conclusão**

A cidade de Londrina conta com 115 postos de combustíveis em atividade, sendo que 16 (13,9%) desses empreendimentos apresentam contaminação por derivados de hidrocarbonetos em seu território. O mapeamento revelou que duas áreas contaminadas se encontram em locais de especial vulnerabilidade ambiental, pois se localizam na bacia hidrográfica do Ribeirão Jacutinga, a montante do ponto de captação de água para abastecimento do município vizinho de Ibiporã-PR.

Os estudos de passivo ambiental, apresentados ao processo de licenciamento, revelaram altos níveis de TPH, com a maior concentração de 17.600 mg/kg de solo, valor este quase 18 vezes superior ao padrão estabelecido nas normas ambientais vigentes. Os compostos químicos benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos e naftaleno foram detectados em diferentes pontos da cidade, sendo que o benzeno, o mais tóxico e solúvel desses compostos, foi identificado em água subterrânea ao nível de 1.774,2 µg/L, cerca de 355 vezes superior ao valor de referência.

O cruzamento, em mapa, das localizações de áreas contaminadas e dos poços tubulares utilizados para abastecimento de água revelou que quatro poços da cidade se encontram a uma distância inferior a 100 metros em relação aos contaminantes. Dentre essas áreas próximas aos poços, um empreendimento identificou contaminação em água subterrânea, o que favorece a via de ingresso dos contaminantes à população.

A principal origem dessas contaminações é a área dos tanques subterrâneos, local onde os combustíveis ficam armazenados e podem infiltrar no solo em caso de avarias nos equipamentos ou mal gerenciamento da atividade.

Apesar de sua importância, o tema deste estudo ainda é pouco abordado, uma vez que não há muitos dados disponíveis sobre áreas contaminadas por postos de combustíveis no Estado. Os resultados apresentados, a partir da elaboração de mapas, representam um diagnóstico da contaminação na cidade de Londrina. A análise integrada de dados georreferenciados podem auxiliar a tomada de decisões por parte do poder público para garantir o devido gerenciamento das áreas contaminadas e preservação da saúde da população.

#### **Referências**

ABIEPS – Associação Brasileira da Indústria de Equipamentos para Postos de Serviços. Informações Gerais e Boas Práticas ABIEPS. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.abieps.com.br>>. Acesso em: 23 mai. 2020.

ANP. Anuário estatístico brasileiro. Anuário ANP do petróleo, gás natural e biocombustíveis, p. 264, 2019.

BARMAN, S. R. et al. Biodegradation of acenaphthene and naphthalene by *Pseudomonas mendocina*: Process optimization, and toxicity evaluation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 5, n. 5, p. 4803–4812, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2017.09.012>>.

BERNARDINI, C. F. Diagnóstico dos controles ambientais em postos revendedores de combustíveis do município de São José. 2016. 120 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução no 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em

decorrência de atividades antrópicas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 dez. 2009.

BRITO, G. C. B.; VASCONCELOS, F. C. W. A gestão de áreas contaminadas em minas gerais: o licenciamento como instrumento preventivo <BR>DOI: 10.5773/rgsa.v6i2.429. Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 6, n. 2, p. 19–32, 2012.

CARVALHO, R. G; KRUK, N. S. Critérios de dimensionamento para sistemas de separação água/óleo em aeroportos In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves, RS. **Anais (on-line)**. Disponível em: <http://eventos.abrh.org.br/xxsbrh/> Acesso em: 27 mai. 2020.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Áreas Contaminadas. Disponível em <<https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/relacao-de-areas-contaminadas/>> Acesso em 23 abr. 2020.

FARIA, P. C. L. Caracterização da arborização de avenidas e sua adequação ao plano diretor de arborização urbana de Londrina, PR. In: XVIII Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 2014, Rio de Janeiro, RJ. Anais (on-line). Disponível em: <http://sbau.web2204.uni5.net/Arquivos/21288.pdf> Acesso em: 27 mai. 2020.

HILPERT, M. et al. Hydrocarbon Release During Fuel Storage and Transfer at Gas Stations: Environmental and Health Effects. Current environmental health reports, v. 2, n. 4, p. 412–422, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados. Londrina. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/londrina.html>>. Acesso em 28 mar. 2020.

KASEMY, Z. A. et al. Environmental and health effects of benzene exposure among Egyptian taxi drivers. **Journal of Environmental and Public Health**, v. 2019, 2019.

LIMA, S. D. et al. Gerenciamento de áreas contaminadas por postos de combustíveis em Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. Ambiente & Água, v. 12, n. 2, p. 299-315, 2017

NEIL, E. J.; SI, B. C. Interstitial hydrocarbons reduce the infiltration rates of coarse-textured reclamation materials from the Athabasca oil sands. Catena, v. 173, n. March 2018, p. 207–216, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.09.047>>.

PARANÁ. Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Turismo. Resolução Sedest no 003 de 17 de janeiro de 2020. Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental, estabelece condições e critérios para Posto Revendedor, Posto de Abastecimento, Instalação de Sistema Retalhista de Combustível - TRR, Posto Flutuante, Base de Distribuição de Combustíveis e dá outras providências. DIário Oficial do Estado, 24 jan. 2020.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avancados, v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008.

RAMALHO, A. M. Z. Investigação e gerenciamento de áreas contaminadas por postos revendedores de combustíveis em Natal/RN. 2013. 228 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia do Petróleo) - Universidade Federal do Rio /Grande do Norte, Natal, 2013.

RAMIRES, J. Z. S.; RIBEIRO, W. C. Gestão de riscos urbanos em São Paulo: as áreas cotaminadas. Confin, v. 13, n. 13, 18 p., 2011.

SILVA, C. A. Consumo de pescado proveniente do Lago Igapó (Londrina/PR) por pescadores amadores: uma eventual exposição à contaminação por chumbo. 2017. 57 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

SUN, P. et al. VNN3, a potential novel biomarker for benzene toxicity, is involved in 1, 4-benzoquinone induced cell proliferation. Environmental Pollution, v. 233, p. 323–330, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.10.087>>.

THOMAS, R. et al. Characterization of changes in gene expression and biochemical pathways at low levels of benzene exposure. PLoS ONE, v. 9, n. 5, 2014.

VALENTIM, G. M. Avaliação do índice de qualidade da água (IQA) de pontos selecionados do Ribeirão Taquara e Cambé em Londrina - PR. 2017. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

As margens (superior, inferior, lateral esquerda e lateral direita) devem ter 2,5 cm. O tamanho de página deve ser A4. Atenção para este aspecto, pois se o tamanho da página for outro, compromete a correta formatação.

O artigo deve ser enviado em formato (.doc) em duas cópias, sendo uma delas identificada com os autores e a outra sem identificação dos autores.

O título do artigo deve ser em fonte *Times New Roman* 15, centralizado, negrito. Os dados dos autores no tamanho 10 assim como o resumo e as palavras-chave. Os títulos das sessões devem ser posicionados à esquerda, em negrito, numerados com algarismos arábicos (1, 2, 3, etc.). A fonte a ser utilizada é *Times New Roman*, tamanho 12, em negrito. Não coloque ponto final nos títulos.

Os subtítulos das sessões devem ser posicionados à esquerda, em negrito, numerados com algarismos arábicos em subtítulos (1.1, 1.2, 1.3, etc.). Também com fonte *Times New Roman*, tamanho 12, em negrito.

O corpo do texto inicia-se imediatamente abaixo do título ou subtítulo das sessões, a fonte a ser utilizada é *Times New Roman*, tamanho 12, justificado na direita e esquerda, com espaçamento entre linhas simples, também utiliza um espaçamento de 6 pontos depois de cada parágrafo, exatamente como este parágrafo.

- No caso do uso de listas, deve-se usar o marcador que aparece no início desta frase;
- As listas devem ser justificadas na direita e na esquerda, da mesma maneira que os trechos de corpo de texto;
- Após as listas, deixar um espaço simples, como aparece a seguir.

Notas de rodapé: não devem ser utilizadas notas de rodapé.

Pode-se utilizar também alíneas, que devem ser ordenadas alfabeticamente por letras minúsculas precedidas de parênteses; cada alínea deve ser separada por ponto e vírgula e a última alínea deve terminar com um ponto.

a)

b)

### 3. Formatação de tabelas e figuras

As figuras e tabelas não devem possuir títulos (cabecinhos), mas sim legendas. Para melhor visualização dos objetos, deve ser previsto um espaço simples entre texto-objeto e entre legenda-texto. As legendas devem ser posicionadas abaixo das Figuras e Tabelas, que devem ser centralizadas, o mesmo acontece com suas respectivas legendas. (Figura 1, por exemplo), a fonte a ser utilizada é *Times New Roman*, tamanho 10.

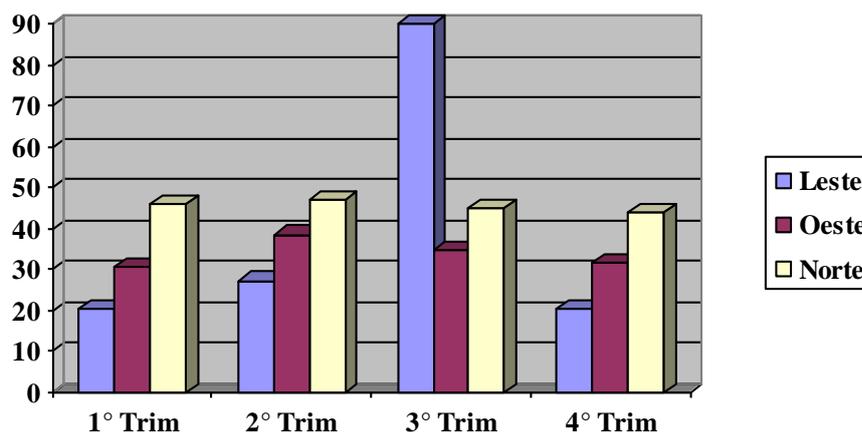


Figura 1 – Exemplo de figura

Nas tabelas deve ser usada, preferencialmente, a fonte *Times New Roman*, tamanho 10. Importante: deve ser evitado o uso de objetos "flutuando sobre o texto". Em vez disso, utilizar a opção "...formatar objeto ...layout ...alinhado" ao clicar-se com o botão direito do mouse sobre o objeto em questão. A Tabela 1 apresenta o formato indicado para as tabelas. É importante lembrar que as tabelas devem estar separadas do corpo do texto por uma linha em branco (12 pontos).

Tabela 1 – Pesquisa qualitativa *versus* pesquisa quantitativa

TABELA ESPAÇAMENTO – ESTA LINHA EM BRANCO		
Item	Quantidade	Percentual
Renda acima de R\$ 300	22	7,9%
Grau de escolaridade mínima	34	12,3%
Sexo feminino	54	19,5%
Sexo masculino	33	11,9%
Estrangeiros	10	3,6%

Fonte: Adaptado de Mays *apud* Greenhalg (1997)

### 4. Citações e formatação das referências

De acordo com Fulano (1997), citar corretamente a literatura é muito importante. Reparem que a citação de autores ao longo do texto é feita em letras minúsculas, enquanto que a citação de autores entre parênteses, ao final do parágrafo, deve ser feita em letra maiúscula, conforme indicado no próximo parágrafo.

Na verdade, citar trechos de trabalhos de outros autores, sem referenciar

adequadamente, pode ser enquadrado como plágio (BELTRANO, 2002).

Para as referências, deve-se utilizar texto com fonte *Times New Roman*, tamanho 10, espaçamento simples, prevendo 6 pontos depois de cada referência, exatamente conforme aparece nas referências aleatórias incluídas a seguir. As referências devem aparecer em ordem alfabética e não devem ser numeradas. Todas as referências citadas no texto, e apenas estas, devem ser incluídas ao final, na seção Referências. O estilo a ser usado na seção Referências deve ser o “Bibliografia”.