

ARMAZENAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS PRINCIPAIS RESÍDUOS GERADOS NAS OFICINAS MECÂNICAS VERSUS OS ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS.

Edna Lucia da Rocha Linhares ¹
Antônio Lucas Filho ²

RESUMO

As oficinas mecânicas é um dos setores que mais cresce nos municípios em ascensão populacional. O objetivo foi a caracterização dos locais de armazenamento, disposição final dos principais resíduos gerados e os aspectos sociais e ambientais das atividades realizadas nas oficinas mecânicas da cidade de Caraúbas-RN. Realizou-se visitas de campo aos bairros: Sebastião Maltez, Alto de São Severino, Leandro Bezerra e o Centro da cidade, onde foram aplicados formulários aos responsáveis pelo funcionamento do estabelecimento. Registrou-se o armazenamento e a identificação dos principais resíduos sólidos e efluentes gerados nas atividades do setor como também aspectos sociais e ambientais. Grande parte dos resíduos gerados nas oficinas mecânicas da cidade de Caraúbas, são destinados juntamente com os resíduos domésticos para o lixão a céu aberto da cidade. Em todos os bairros estudados, a maioria dos resíduos de pneus são vendidos e somente no Centro 16,7% são reutilizados, como também as peças mecânicas quebradas, onde na maioria das oficinas estudadas são vendidas e somente 33,6% vendem e ou reutilizam, e 16,7% são destinadas junto ao resíduo doméstico para o lixão da cidade. Detectou-se que o local de armazenamento dos recipientes contendo óleos lubrificantes e graxas usados nas atividades são inadequados. Identificou-se um problema ambiental grave no descarte das estopas contaminadas com óleos lubrificantes e graxas. O uso de botas é o EPIs mais utilizado em todos os bairros. O bairro Leandro Bezerra foi o único bairro que 33% dos entrevistados não estão cientes dos riscos ambientais pelo descarte incorreto dos produtos.

Palavras-chave: Descarte, Dano, Meio ambiente.

INTRODUÇÃO

As oficinas mecânicas é um dos setores que mais cresce nos municípios em ascensão populacional; e uma das questões mais preocupantes para a sociedade, devido a geração de resíduos que esse setor reporta. Esta preocupação é mais pertinente ainda nos municípios que não dispõe de saneamento básico e aterro sanitário para a disposição final correta dos resíduos gerados. A falta de um gerenciamento desses resíduos, por partes das oficinas mecânicas, pode gerar um problema social e ambiental devido à quantidade de compostos químicos presentes neste meio (LOPES; KEMERICH, 2007).

O desenvolvimento mundial tem contribuído para o crescimento do consumo dos derivados do petróleo, principalmente no setor automobilístico, conseqüentemente ocorrendo

¹ Docente da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRS, ednarocha@ufersa.edu.br;

² Mestrando pelo Curso de Planejamento e Dinâmicas Territoriais do Semiárido da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, lucasfilho@ufersa.edu.br;

um aumento no volume de óleo lubrificante usado. O fato de o óleo usado ser classificado como um resíduo perigoso e o petróleo ser obtido de uma fonte não renovável, as pesquisas nacionais e internacionais têm demonstrado melhoria de processo de tratamento de recuperação e reuso, com maior eficiência e menor custo (SCAPIN, 2008). De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, nº 362, de 23 de junho 2005, que dispõe sobre as diretrizes para o recolhimento e destinação de óleo lubrificante usado ou contaminado, o uso prolongado dos óleos lubrificantes resulta na sua deterioração parcial, que se reflete na formação de compostos nocivos. O descarte desse resíduo para o solo ou cursos d'água gera graves danos ambientais e a sua combustão gera gases residuais nocivos ao meio ambiente e a saúde pública. Segundo Pusch et al. (2007), a drenagem urbana tem sido identificada como fonte substancial de contaminantes para os corpos aquáticos. A pesquisa revela que, concentrações de Cd, Cu, Pb e Zn foram determinadas em amostras providas de, entre outras fontes, partes integrantes de veículos, como óleo lubrificante, desgaste de pneus e freios.

Para Cerqueira (2004), o descarte indiscriminado de óleos lubrificantes usados tem sido foco da atenção em todo o mundo devido aos problemas que causa ao meio ambiente. O óleo lubrificante usado é um resíduo gerado praticamente em quase todas as operações industriais e automotivas, sendo um dos poucos derivados do petróleo que não é consumido totalmente durante o uso. Segundo Rezende et al. (2016), é de grande relevância que os responsáveis pelos estabelecimentos e seus funcionários estejam bem informados sobre a logística reversa e gestão do óleo lubrificante usado ou contaminado, dessa forma poderão exercer suas funções de informar aos consumidores sobre tal prática. Outra questão pertinente diz respeito aos funcionários das oficinas que manuseiam os insumos sem uma atenção e conhecimento ao que podem contrair. O uso de EPIs é de fundamental importância em qualquer ambiente de trabalho que reporta risco de declínio da saúde. O conhecimento das questões de uso, segurança e descarte dos insumos das oficinas mecânicas é de grande valia para mitigação das consequências de ônus ambientais e sociais e redução custos governamentais para recuperação do meio e bem-estar da população.

A cidade de Caraúbas no Rio Grande do Norte vem ganhando cada vez mais espaço neste cenário preocupante de contaminantes gerados pelas oficinas mecânicas; pois na cidade não há serviços de saneamento básico e nem aterro sanitário e todos os resíduos sólidos ou líquidos não tem destinação adequada, deixando a sociedade e o meio ambiente vulnerável aos riscos de doenças, além da imagem pouco atrativa do local. O presente trabalho teve como objetivo a caracterização dos locais de armazenamento, disposição final dos principais resíduos

gerados e os aspectos sociais e ambientais das atividades realizadas nas oficinas mecânicas da cidade de Caraúbas-RN.

METODOLOGIA

A pesquisa classifica-se como de cunho qualitativo, por tratar-se de um ambiente sujeito à intervenção, foram adotadas as abordagens: descritiva, a qual descreve e caracteriza uma dada população ou fenômeno; e exploratória, que torna o problema mais explícito, já que a pesquisa tem o compromisso de investigar.

O estudo foi realizado no município de Caraúbas, que conforme IBGE (2018) situa-se na latitude 5° 47' 33" Sul e longitude 37° 33' 24" Oeste, localizada no estado do Rio Grande do Norte, Mesorregião Oeste Potiguar e na Microrregião da Chapada do Apodi, o município encontra-se a 296 km de distância da capital do estado, conta com uma área territorial de 1.095 km², a uma altitude de 144 metros, com clima muito quente e semiárido.

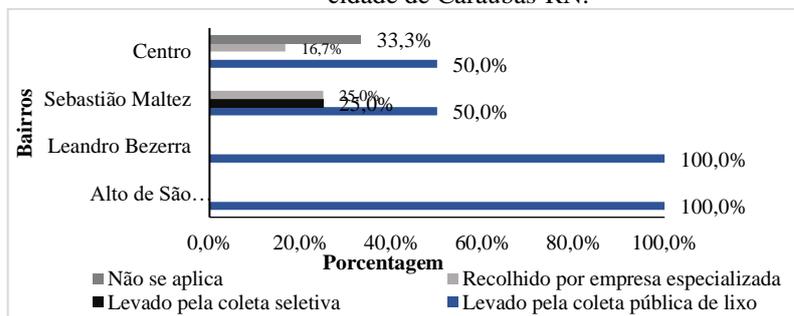
O escopo da referida pesquisa foram as oficinas mecânicas situadas na zona urbana do município. A pesquisa foi iniciada através do levantamento bibliográfico para a caracterização do estudo, posteriormente, realizou-se pesquisa de campo aos bairros: Sebastião Maltez, Alto de São Severino, Leandro Bezerra e o Centro da cidade, para a definição do bairro mais populoso, menos assistidos pelas políticas públicas, bairro de classe social média e o mais assistido pelas ações públicas, respectivamente. Para atender o objetivo proposto foi realizado o mapeamento e quantificação do número de oficinas mecânicas de veículos motorizados existentes em cada localidade, onde foram aplicados formulários aos responsáveis dos estabelecimentos. Buscou-se fazer a identificação dos principais resíduos sólidos e efluentes gerados nas atividades do setor, através de registros fotográficos; apresentando a situação de armazenamento e descarte final dos resíduos gerados nas atividades realizadas; como também aspectos sociais e ambientais como: coleta e destino dos resíduos, o conhecimento acerca do descarte adequado e o riscos à saúde devido à exposição aos derivados do petróleo.

Após a aplicação dos formulários, todos os dados foram tabulados e sistematizados em gráficos e quadros, que foram discutidos de acordo com a NBR 10004 e Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho 2005.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

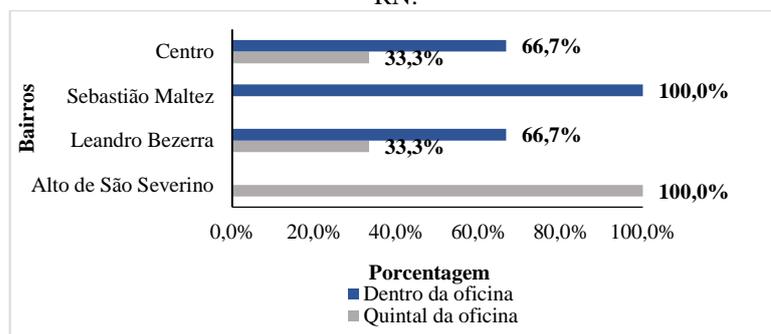
Na figura 1 estão apresentados os dados do destino das embalagens das peças mecânicas. Observa-se que nos bairros de Leandro Bezerra e Alto de São Severino, 100% das oficinas dos resíduos gerados são coletados pelo órgão público, isto é, são levados juntamente com os outros tipos de resíduos domésticos para o lixão da cidade. No Centro e no bairro de Sebastião Maltez essa percentagem declina para 50%, mas ainda é considerado um valor alto de resíduos tratados como resíduos comuns; nestes dois bairros cerca de 16% e 25%, os resultados afirmam que os resíduos são recolhidos por empresas especializadas, respectivamente. No bairro Sebastião Maltez é o único que os dados apontam que 25% dos resíduos gerados são levados para a coleta seletiva. Estas informações são preocupantes, devido em todos os bairros ter percentagens consideráveis de resíduos levados para o lixão da cidade, juntamente como os resíduos domésticos, ou seja, terem o mesmo tratamento e destinação final. Os dados do armazenamento das peças quebradas nas oficinas estão apresentados na figura 2. Observa-se que as oficinas mecânicas no bairro de Sebastião, os resíduos gerados são armazenados 100% dentro da oficina, ou seja, em espaços internos dos estabelecimentos. Essa informação é discrepante do bairro do Alto de São Severino, onde 100% dos resíduos são armazenados em espaços externos do estabelecimento, ou seja, no quintal da oficina. No Centro e no bairro de Sebastião Maltez, houve os mesmos resultados: 66% armazenam no interior da oficina e 33% no exterior da oficina, respectivamente. Os resíduos armazenados em espaços externos reportam mais riscos de contaminação ao meio ambiente e a sociedade, devido ao fácil acesso a esses materiais.

Figura 1: Destino mais utilizado para o descarte das embalagens das peças mecânicas nas oficinas na cidade de Caráúbas-RN.



Fonte: Autor do Trabalho, 2018.

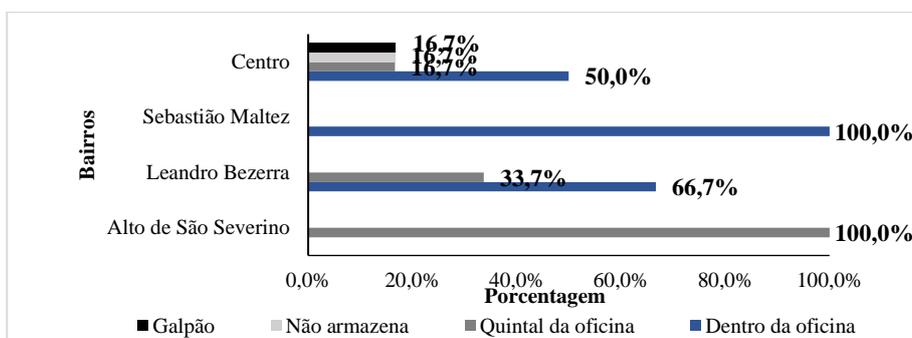
Figura 2: Locais de armazenamento de peças quebradas nas oficinas mecânicas na cidade de Caraúbas-RN.



Fonte: Autor do Trabalho, 2018.

Um dos principais resíduos gerados nas oficinas mecânicas são os pneus. O presente estudo apresenta que este tipo de resíduo é armazenado em formas diferentes pelas oficinas da cidade Caraúbas (Figura 3). O bairro de Sebastião Maltez armazena 100% dentro da oficina, o bairro de Alto de São Severino armazena 100% no quintal da oficina; o bairro de Leandro Bezerra 33% no quintal e 66,7% dentro da oficina. Somente o Centro se reportou que 50% dos pneus são armazenados dentro do estabelecimento, 16,7% no quintal, 16,7% em galpões e 16,7% não armazena. O pneu é um resíduo de difícil decomposição no ambiente e fonte substancial de contaminantes para os corpos aquáticos (PUSCH *et al.* (2007).

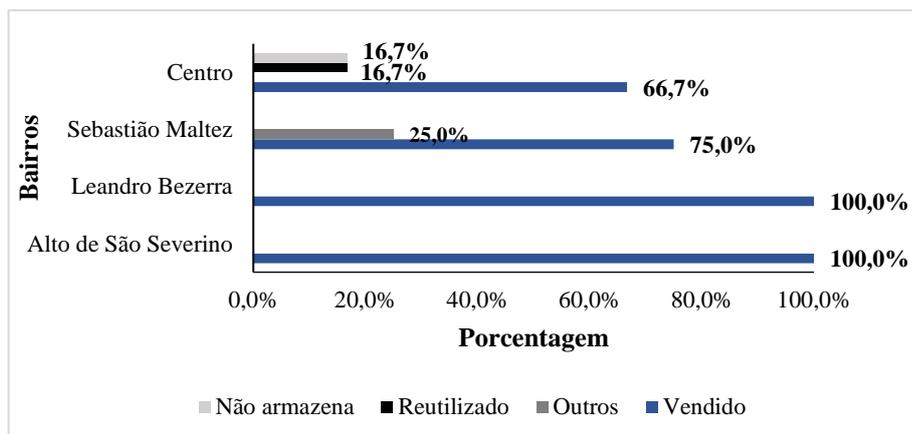
Figura 3: Principais locais de armazenamento dos pneus nas oficinas mecânicas da cidade de Caraúbas - RN.



Fonte: Autor do Trabalho, 2018.

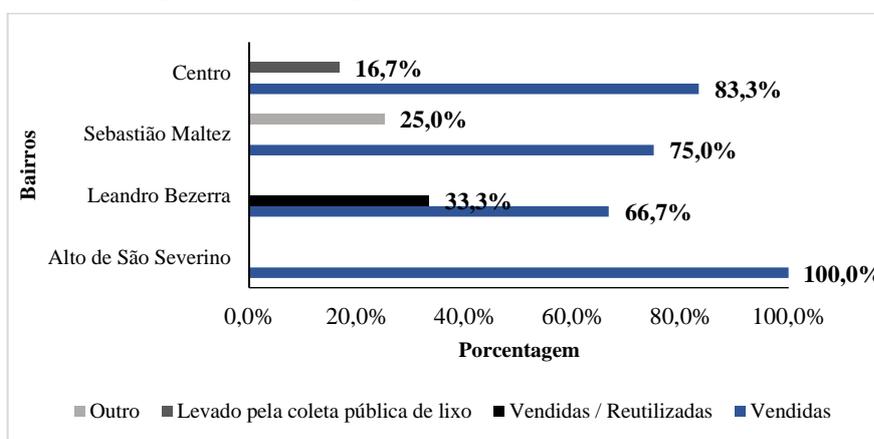
Na figura 4, observar-se o destino dado aos pneus nas oficinas. Nos bairros de Alto de São Severino e Leandro Bezerra, 100% dos pneus são vendidos. No bairro Sebastião Maltez, 75% são vendidos e 25% tem outros fins e Centro 66,7% são vendidos, 16,7% são destinados a reciclagem e 16,7% não armazenam. Na figura 5, os dados mostram que 100% das peças quebradas nas oficinas no bairro de Alto de São Severino são vendidas, no Leandro Bezerra 66,7% são vendidas e 33,3% destinadas a reciclagem e ou vendidas. No centro e no bairro de Sebastião Maltez as maiores percentagens se enquadram na venda dos pneus; no entanto no Centro ainda reporta que 16,7% dos pneus destinam a coleta pública da cidade.

Figura 4: Destino dado aos pneus nas oficinas mecânicas da cidade de Caraúbas-RN.



Fonte: Autor do Trabalho, 2018.

Figura 5: Destino das peças mecânicas quebradas nas oficinas mecânicas da cidade Caraúbas-RN.



Fonte: Autor do Trabalho, 2018.

Todas as oficinas mecânicas estudadas armazenarem os óleos lubrificantes e graxas, no entanto em alguns bairros os locais de armazenamento são inadequados como mostra o quadro 1 e figura 6; tendo em vista que 100,0% das oficinas mecânicas do bairro Alto de São Severino, 33,3% do bairro Leandro Bezerra e 16,7% do Centro, os recipientes com esses fluidos contaminantes são armazenados nos quintais das oficinas, expostos a fatores climáticos como sol e chuva. Essa exposição a esses fatores pode com o passar do tempo, ocasionar o vazamento do fluido e com isso, causar a contaminação do meio ambiente. Quanto ao destino final dado a esses resíduos líquidos e pastosos, os resultados mostram que em todos os bairros a maior parcela das oficinas mecânicas comercializam esses resíduos, valores que correspondem a 100,0% no Alto de São Severino, 100,0% no Leandro Bezerra, 50,0% no Sebastião Maltez e 100,0% no Centro.

Quadro 1. Locais de armazenamento e destino final dos óleos lubrificantes e graxas nas oficinas mecânicas da cidade de Caraúbas-RN.

Resíduos das Oficinas Mecânicas (Óleos Lubrificantes e Graxas)				
	Bairros da Cidade de Caraúbas			
	Alto de São Severino	Leandro Bezerra	Sebastião Maltez	Centro
Local de armazenamento	100,00% quintal das oficinas	66,70% dentro das oficinas	100,00% dentro das oficinas	83,30% dentro das oficinas
		33,30% no quintal das oficinas		16,70% no quintal das oficinas
Destino final	100,00% vendido	100,00% vendido	50,00% vendido	100,00% vendido
			50,00% outro destino	

Fonte: Autor do Trabalho, 2018.

Figura 6: Recipientes de armazenamentos de óleos lubrificantes expostos ao sol e chuva nos quintais das oficinas mecânicas. (a) Bairro Alto de São Severino; (b) Bairro Leandro Bezerra; (c) Centro.



Fonte: Autor do Trabalho, 2018.

As estopas contaminadas com óleos lubrificantes e graxas é outro resíduo que merece atenção especial. Apesar da maior parcela das oficinas mecânicas armazenarem as estopas em locais com cobertura (dentro da oficina mecânica), caso de 100,0% das oficinas dos bairros Alto de São Severino, Leandro Bezerra e Sebastião Maltez, e 66,7% do centro, quadro 2.

Quadro 2. Locais de armazenamento e destino final das estopas contaminadas de óleos lubrificantes e graxas nas oficinas mecânicas da cidade de Caraúbas-RN.

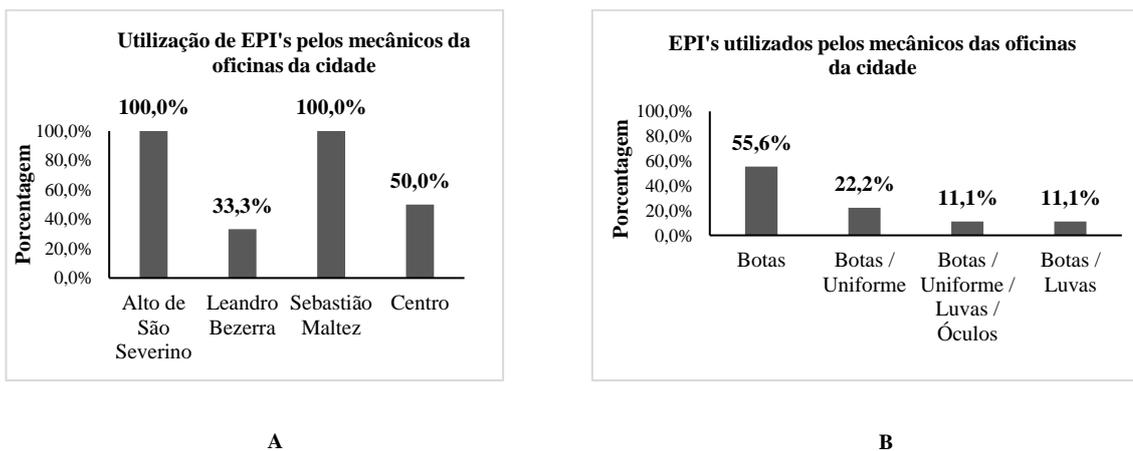
Resíduos das Oficinas Mecânicas (Estopas)				
	Bairros da Cidade de Caraúbas			
	Alto de São Severino	Leandro Bezerra	Sebastião Maltez	Centro
Armazenamento	100,00% dentro da oficina	100,00% dentro da oficina	100,00% dentro da oficina	66,70% dentro da oficina
				33,30% outro local
Destino final	100,00% levado pela coleta pública de lixo	100,00% levado pela coleta pública de lixo	75,00% levado pela coleta pública de lixo	100,00% levado pela coleta pública de lixo
			25,00% outro	

Fonte: Autor do Trabalho, 2018.

Os resultados mostram que o destino final desses resíduos (estopas) é um fator preocupante para o meio ambiente, tendo em vista que 100,0% das oficinas mecânicas existentes nos bairros Alto de São Severino, Leandro Bezerra, Centro e em 75,0% do Sebastião Maltez, quadro 2, esses resíduos são levados pela coleta pública de lixo direto para o lixão do municipal, onde estarão expostos a fatores como sol e chuvas. Passos et al. (2014), expõem que o risco à saúde ocorre devido à contaminação por combustíveis lubrificantes no solo contaminando-o e conseqüentemente contaminando o lençol freático. Sendo assim as pessoas que usufruírem da água contaminada serão prejudicadas pelo fato de adquirirem doenças provenientes dos constituintes químicos presente na água como metais pesados.

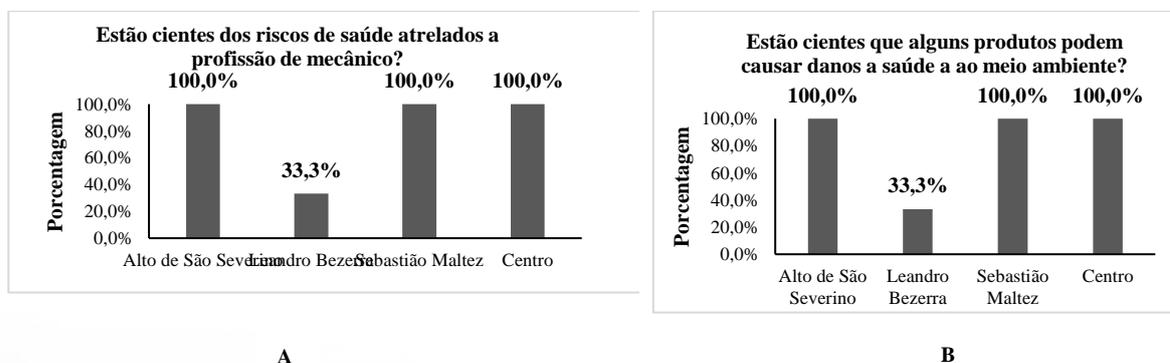
Os aspectos sociais relacionados a utilização dos equipamentos de proteção individual – EPIs, pelos os mecânicos e a identificação dos mesmos estão apresentados na figura 7 A e B, respectivamente. Os aspectos sociais relacionados aos riscos da saúde das atividades dos mecânicos e aos danos do manuseio ao meio ambiente estão apresentados na figura 8.

Figura 7: Aspectos sociais dos EPIs nas oficinas mecânicas na cidade de Caraúbas-RN.



Fonte: Autor do Trabalho, 2018.

Figura 8: Aspectos sociais dos riscos a saúde e manuseio dos produtos nas oficinas mecânicas na cidade de Caraúbas-RN.

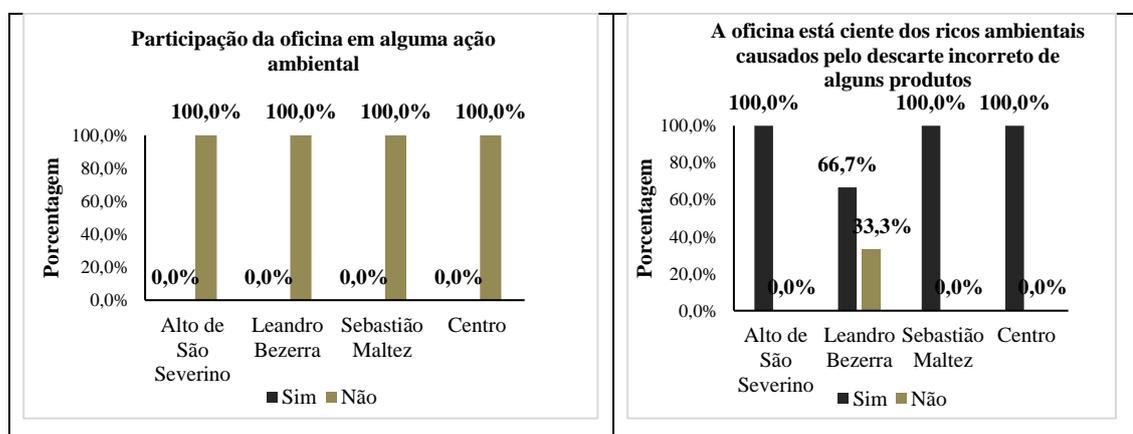


Fonte: Autor do Trabalho, 2018.

Observa-se na figura 7 A, que metade dos bairros estudados utilizam os EPIs, ou seja, 100 % nos bairros Alto de Sebastião e Sebastião Maltez, responderam que usam os Equipamentos de projeção individual, nos bairros do Centro e Leandro Bezerra somente 50% e 33 %, respectivamente, dos entrevistados responderam que usam. Quando questionado quais EPIs mais usam as respostas foram: 55% somente botas, 22% botas e uniformes, 11% botas, uniformes, luvas e ósculo e 11% somente botas e luvas, figura 7 B. Mediante dados apresentados, podemos observar que mesmo as oficinas localizadas no centro da cidade, onde se acredita que tenha mais conhecimento da importância e fiscalização pelo uso dos EPIs, há uma percentagem mais baixa que em outros bairros da cidade. O uso de botas é a prática mais evidente entre os mecânicos, seguido do uniforme. Outros EPIs foram reportados em menores percentagens como osculo e luvas. Quando questionado sobre os riscos atrelados a profissão de mecânico, figura 8 A , todos os bairros estudados responderam 100% que tinham ciência dos riscos, exceto o bairro Leandro Bezerra, que 33% dos entrevistados não tem esse conhecimento. Quando questionado sobre o risco dos produtos causarem risco a saúde e ao meio ambiente as respostas tiveram as mesmas percentagens aos riscos da profissão, figura 8 B.

A participação das oficinas em alguma ação ambiental e se as mesmas estão cientes dos riscos ambientais pelo descarte incorreto de produtos, estão apresentados na figura 9 A e B.

Figura 9: Aspectos ambientais das oficinas mecânicas da cidade de Caraúbas-RN.



A

B

Fonte: Autor do Trabalho, 2018.

Constatou-se que 100% das oficinas nos quatros bairros estudados não participaram de nenhuma ação ambiental, figura 9 A; quando questionado sobre os riscos ambientais do descarte incorreto dos produtos 100% dos bairros Alto de São Severino, Sebastião Maltez e Centro, demonstram estarem ciente dos riscos, mas no bairro de Leandro Bezerra somente 66% estão cientes dos riscos e 33% não tinham consciência, figura 9 B. Esses dados chamam atenção para

o nível de conhecimento das consequências dos descartes incorretos dos produtos das oficinas mecânicas que mais contamina o meio ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Grande parte dos resíduos gerados nas oficinas mecânicas da cidade de Caraúbas, são destinados juntamente com os resíduos domésticos para o lixão a céu aberto da cidade. Que há diferentes modos de armazenamento dos resíduos das peças quebradas nas oficinas, isto é, em espaços internos e externos ao estabelecimento; também há diferentes formas de armazenar os pneus descartados, grande percentagem em espaços inadequados, proporcionando fontes de acúmulos de contaminantes ao meio social e ambiental. Em todos os bairros estudados, a maioria dos resíduos de pneus são vendidos e somente no Centro 16,7% são reutilizadas, como também as peças mecânicas quebradas, onde na maioria das oficinas estudadas são vendidas e somente 33,6% vendem e ou reutilizam, e 16,7% são destinadas junto ao resíduo doméstico para o lixão da cidade.

Detectou-se que o local de armazenamento dos recipientes contendo óleos lubrificantes e graxas usados nas atividades são inadequados, em 100,0% das oficinas mecânicas do bairro Alto de São Severino, em 33,3% do bairro Leandro Bezerra e 16,7% nas do Centro. Pois, esses resíduos são armazenados nos quintais das oficinas mecânicas e estão submetidos ao sol e a chuva. Verificou-se que 100,0% das oficinas mecânicas utilizam óleos lubrificantes e graxas nas atividades e em 100,0% delas esses resíduos são armazenados. O destino final dado pela maior parcela das oficinas mecânicas a esses resíduos, são a venda. Identificou-se um problema ambiental grave no descarte das estopas contaminadas com óleos lubrificantes e graxas. Já que em 100,0% das oficinas mecânicas dos bairros Alto de São Severino, Leandro Bezerra, Centro e em 75,0% do bairro Sebastião Maltez esses resíduos são levados pela coleta pública de lixo para o lixão municipal, causando problemas de contaminação grave ao meio ambiente. A maior parcela das oficinas mecânicas existentes na zona urbana do município de Caraúbas necessita de ações de educação ambiental para se conscientizarem dos danos irreversíveis que o descarte incorreto dos óleos lubrificantes, graxas, e produtos contaminados com esse tipo de resíduos podem causar ao meio ambiente.

Observa-se que há discrepância nas informações levantadas nos quatro bairros estudados, que há diferença na importância e uso de EPIs, apresentando o bairro de Leandro Bezerra com menores percentagens em conhecimento de EPIs. O uso de botas é o EPIs mais

utilizado em todos os bairros. O bairro de Leandro Bezerra também foi o bairro com as menores percentagens de consciência dos riscos na profissão do mecânico, como também na sua saúde e meio ambiente. Não foi constatado participação dos bairros em ação ambiental. O bairro Leandro Bezerra foi o único bairro que 33% dos entrevistados não estão cientes dos riscos ambientais pelo descarte incorreto dos produtos.

REFERÊNCIAS

Cerqueira, C. P. **Estudo do reaproveitamento energético de óleos lubrificantes usados.** 2004. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Regulação da Indústria de Energia, Universidade Salvador, Salvador, 2004. Disponível em: <<http://tede.unifacs.br/bitstream/tede/323/1/Dissertacao%20Claudio%20Cerqueira.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2019.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Constituição (2005). **Decreto nº 92.274, de 27 de junho de 2005.** Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res36205.xml>>. Acesso em: 18 maio 2019.

Instituto Brasileiro Geográfico e Estatístico (IBGE) Cidades@. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/caraubas/panorama>> Acesso em: 17 maio 2019.

Lopes, G. V.; Kemerich, P. D. da C. **Resíduos de Oficina Mecânica: Proposta de Gerenciamento.** Disciplinarum Scientia: Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 8, n. 1, p.81-94, 2007.

Passos, L. A et al. Análise prévia sobre o destino dos combustíveis lubrificantes utilizados nas oficinas de Humaitá - AM. **Revista Educamazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente,** Humaitá, v. 12, n. 1, p.57-71, jul. 2014. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4730998>>. Acesso em: 18 maio 2019.

Push, Patrícia Barcelos; Guimarães, J. R.; Grassi, M. T. **Estimativa de cargas de metais a partir de fontes difusas de poluição urbana.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17. 2007, São Paulo. 2007.

Rezende, T. M et al. Descarte do óleo lubrificante automotivo pelas oficinas mecânicas da cidade de Volta Redonda, RJ: uma avaliação inicial. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 13., 2016, Poços de Caldas. **Anais do Congresso Nacional de Meio Ambiente.** Poços de Caldas. 2016. p. 1 - 8. Disponível em: <<http://www.meioambientepocos.com.br/anais-2016/343.%20DESCARTE%20DO%20OLÉO%20LUBRIFICANTE%20AUTOMOTIVO%20PELAS%20OFICINAS%20MECÂNICAS%20DA%20CIDADE%20DE%20VOLTA%20REDONDA,%20RJ%20UMA%20AVALIAÇÃO%20INICIAL.PDF>>. Acesso em: 17 maio 2019.

Scapin, M. A. **Estudos de remoção de elementos inorgânicos e degradação de compostos orgânicos por radiação gama em óleos lubrificantes usados.** 2008. 116 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia Nuclear - Materiais, Instituto de Pesquisas Energética e Nucleares, São

Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-10092009-165556/en.php>>. Acesso em: 18 maio 2019.