



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03
de dezembro 2021

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS: PROPOSTA DE UM SISTEMA DE COLETA LATERAL MECANIZADO

TANAIAINE BEATRIZ SPOTI – tanaiane@feituverava.com.br
UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA

JOSÉ CAMILO BARBOSA – camilobarbosa@hotmail.com
UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA – UNIARA

Resumo: A gestão de resíduos sólidos, possui significativa influência na economia, principalmente no que se refere à. Sabe-se que o processo de coleta correta de RSU se desenvolve por meio de uma ampla cadeia composta por empresas públicas ou privadas que prestam este serviço ao poder público. No desenvolver deste trabalho foram abordados aspectos desta cadeia, bem como as demandas sobre a coleta e o transporte desses resíduos utilizando os coletores compactadores de resíduos sólidos urbanos. Este trabalho, de natureza exploratória, teve como objetivo, com base na observação empírica, explanar o funcionamento de um sistema de coleta de lixo mecanizada, demonstrando o funcionamento do equipamento, onde foram abordados itens do projeto coletor compactador lateral. No processo metodológico inicial empregou-se o software SolidWorks 2017 e Auto CAD 2017 para simulações e desenhos a fim de demonstrar o funcionamento do equipamento. Os resultados obtidos salientaram as atividades de coleta de lixo com a mudança de sistema otimizando o fluxo do processo, evidenciando uma diminuição considerável das atividades quando comparado ao processo anterior. Concluiu-se, assim, que a padronização de processos somada com a adoção de novos hábitos pode trazer mudanças positivas não somente sociais, mas também ambientais. Por fim, o presente estudo auxilia a evidenciar a contribuição que o sistema de coleta mecanizada pode trazer para a sociedade e para a administração pública.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos, Gestão, Coleta de lixo, Mecanização.

Domestic Solid Waste Management: Proposal for a Mechanized Side Collection System

Abstract: Solid waste management has a significant influence on the economy, especially with regard to. It is known that the correct MSW collection process is developed through a wide chain composed of public or private companies that provide this service to the government. In developing this work, aspects of this chain were addressed, as well as the demands on the collection and transport of these residues using compact urban solid waste collectors. This work, of an exploratory nature, aimed, based on empirical observation, to explain the operation of a mechanized garbage collection system, demonstrating the operation of the equipment, where items of the lateral compactor collector project were addressed. In the initial methodological process, SolidWorks 2017 and Auto CAD 2017 software were used for simulations and drawings in order to demonstrate the operation of the equipment. The results obtained highlighted the garbage collection activities with the change of system optimizing the process flow, showing a considerable decrease in activities when compared to the previous process. Thus, it was concluded that the standardization of

processes added to the adoption of new habits can bring positive changes not only social, but also environmental. Finally, this study helps to highlight the contribution that the mechanized collection system can bring to society and public administration.

Keywords: Urban Solid Waste, Management, Garbage Collection, Mechanization.

1. Introdução

Conceitualmente, são considerados resíduos sólidos todo e qualquer refugo, sobra ou detrito resultante da atividade humana, excetuando dejetos e outros materiais sólidos; pode estar em estado sólido ou semissólido. Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com sua natureza física (seco ou molhado), sua composição química (orgânico e inorgânico) e sua fonte geradora (domiciliar, industrial, hospitalar, etc.). Uma classificação que se sobrepõe a todas as demais é aquela que considera os riscos potenciais dos resíduos ao ambiente, dividindo-os em perigosos, inertes e não inertes (ABNT NBR 10004:2004, 2004).

O grande crescimento populacional, industrial e econômico teve como consequência a geração de um grande volume de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), fazendo com que a gestão inadequada traga impactos negativos para o meio ambiente além de problemas de saúde (doenças relacionadas a insetos, roedores e diferentes formas de poluição (FERRÃO et al., 2020).

Levando-se em consideração as necessidades das demandas de desenvolvimento urbano, a coleta, triagem, transporte, processamento e reciclagem de RSU quando realizada pode levar a soluções que sejam sustentáveis a médio e longo prazo quando realizada de maneira ecologicamente correta (USÓN et al., 2013).

Dentre as diferentes atividades envolvidas na gestão de resíduos urbanos, a coleta é uma das mais relevantes, tanto pelo custo quanto pelos impactos potenciais sobre a qualidade do contexto urbano, ela pode representar até 70% de todos os custos da gestão de resíduos (DI MARIA et al., 2016). Portanto, o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos é responsabilidade do poder público e tem sido enfrentado pelos gestores públicos em geral. A coleta de RSU em um sistema integrado é essencial para o desenvolvimento sustentável dos centros urbanos (HEMPE C. et al. 2012).

Os sistemas tradicionais de gestão de resíduos municipais dependem da coleta e armazenamento de resíduos em lixeiras até sua coleta e transporte por uma agência local de gestão de resíduos (FARRÉ et al., 2021). A coleta de resíduos sólidos é um processo muito complexo, onde problemas com os prestadores de serviço ou qualquer defeito no equipamento pode acarretar grandes transtornos para a sociedade. Além disso, os trabalhadores estão expostos a diversos riscos: Físicos; Mecânicos; Ergonômicos; Biológicos (VELLOSO et al., 2009). É responsabilidade dos gestores a escolha do tipo de coleta, transporte, destino final adequado. Esses serviços podem ser oferecidos pelo próprio município ou por meio de contratação de empresas por meio de licitação. Esta atividade requer cuidados na administração das melhores alternativas do ponto de vista ambiental (FERRÃO et al., 2021).

Dentro deste contexto, a gestão sustentável de RSU precisa de apoio para métodos de avaliação ambiental adequados que apontem viabilidade ambiental das estratégias de gestão de resíduos sólidos urbanos (RIPA et al., 2016).

Atualmente, diferentes tipos de sistemas de coleta de RSU estão sendo implementados nas cidades modernas (LAURIERI et al., 2020). As decisões de investimento em novos métodos de coleta devem ser justificadas em termos de viabilidade ambiental, tecnológica e econômica

Essa problemática necessita de uma análise mais detalhada sobre os fatores de seleção dos equipamentos utilizados e como estes influenciam na eficiência da coleta de lixo no Brasil.

Por ser um processo de extrema importância para a sociedade, o objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de um sistema de coleta automatizada, que utiliza o coletor compactador lateral.

Foi adotado neste trabalho um processo metodológico de pesquisa exploratória e descritiva, com a exibição de pesquisa qualitativa. Além do respaldo teórico dos tópicos abordados.

2. Referencial Teórico

2.1 Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

A gestão de resíduos sólidos municipais engloba as funções de coleta, transferência, reciclagem e tratamento de fontes. O objetivo primário da gestão é proteger a saúde da população, promover a qualidade ambiental, desenvolver sustentabilidade, e fornecer suporte para tais atividades (HENRY et al., 2005).

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PGIRS regulamentado pelo art. 18 da Lei Federal nº 12305/2010 define condições para que o Distrito Federal e os Municípios tenham acesso a recursos da União, ou por ela controlado, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (JUSBRASIL, 2010).

Sabe-se que a gestão de resíduos desorganizada ou inexistente faz com a qualidade da saúde da população seja drasticamente afetada, além da degradação dos recursos naturais, especialmente o solo e os recursos hídricos deixando à margem também uma camada da população que tem nos resíduos um meio de sobrevivência (CHAVES et al., 2012).

O gerenciamento dos RSU tem como objetivo proteger a saúde da população, promover a qualidade ambiental, para desenvolver a sustentabilidade. Conhecer as características da geração dos RSU é o ponto de partida fundamental, porque auxilia no cumprimento da legislação e no próprio manejo e planejamento das ações de coleta, tratamento e disposição final (NASCIMENTO et al., 2015).

A gestão de resíduos sólidos deve estar de acordo com os melhores princípios de saúde pública, engenharia, economia e preservação ambiental. Deve ainda considerar todos os aspectos relacionados às ciências sociais, uma vez que envolve atitudes da população.

Nesse contexto, as soluções devem considerar a complexa interdisciplinaridade entre os diversos campos das ciências e áreas de conhecimento (FERRAZ et al., 2008).

2.2 Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos

De acordo com a NBR 13463 a coleta de resíduos sólidos é classificada em coleta regular onde estão incluídas as seguintes coletas: Coleta domiciliar; Coleta de resíduos de feiras, praias e calçadões; Coleta de varredura; Coleta de resíduos dos serviços de saúde, que pelas características do veículo coletor classifica-se em hospitalar externa e ambulatorial; Coleta de resíduos com riscos para a saúde; Coleta seletiva; Coleta particular, estão incluídas neste tipo de coleta: a) coleta de resíduos industriais; b) coleta de resíduos comerciais; c) coleta em condomínios (ABNT NBR 13463:1995).

Devido a rápida prosperação da população urbana e seus estilos de vida de alto consumo, semelhantes aos dos países desenvolvidos, cinco países em desenvolvimento, nomeadamente China, Índia, Brasil, Indonésia e México estão entre as dez nações que mais geram RSU (BATISTA et al., 2021).

Dentro desta configuração, a coleta adequada de resíduos sólidos urbanos é uma das fases mais importantes do ciclo de resíduos geração-transformação-eliminação (BAUTISTA et al., 2005).

2.3 Coleta Mecanizada de Resíduos Sólidos Urbanos

Este sistema consiste na utilização dos contêineres como depósito de resíduos coletivos, ao invés de lixeiras em cada residência ou estabelecimento comercial. Como o compartimento é fechado e possui um tamanho relativamente maior que as lixeiras, evitando que o mau cheiro exale e os que os animais espalhem o lixo nas calçadas (BIBIANO et al., 2013).

O uso de contêineres para a coleta tem diversos benefícios. Como o processo é mecanizado, os moradores ficam menos tempo com o lixo em casa, já que podem a todo momento levar pequenas quantidades de resíduos. A redução de custos se alia à drástica diminuição de impactos ambientais, também, a coleta mecanizada com apoio de contêineres reduz o consumo de combustíveis e emissão de gases poluentes (JORNAL ZONA SUL et al., 2019).

Mecanizando o processo da coleta de lixo, tem-se como benefício o fato de o lixo poder ser dispensado pelos cidadãos a qualquer hora do dia, sem ficar exposto ao ar livre, o que evita que libere gases mal cheirosos no ambiente e estejam sujeitos a serem carregados durante as chuvas, evitando o entupimento dos sistemas de micro drenagem, além disso com a menor circulação de caminhões de coleta, já que a coleta passa a ser feita com menor periodicidade, ocorre menor poluição do ar e menor congestionamento (ÁBALOS et al., 2012).

Concluindo-se que a coleta mecanizada pode trazer uma solução mais eficiente para o gerenciamento dos RSU, pois ela consiste no mapeamento e levantamento realizado no município com o intuito de identificar as regiões onde a demanda por coleta é maior, assim distribuindo contêineres de acordo com a necessidade de cada região.

Para um efetivo desenvolvimento dos objetivos estipulados acima, adotou-se neste trabalho um processo metodológico de pesquisa exploratório e descritivo, com apresentação de = de desenvolvimento de produto. Além da fundamentação teórica foi utilizado o software SolidWorks 2017 para desenhos e simulações, normas técnicas e regulamentos, e também pesquisas diretas em campo feito em uma empresa que é referência na produção de equipamentos agrícolas, transportes e logística. A fábrica está instalada no interior do estado de São Paulo, em uma área com mais de 138,4 mil m², atualmente conta com mais de 300 colaboradores.

3. Resultados

Na busca por soluções para gestão de resíduos sólidos, o sistema de coleta lateral mecanizada mostra-se como uma interessante alternativa para a construção de projetos relacionados à coleta de resíduos domiciliares. Após essa breve descrição sobre alguns problemas encontrados na coleta convencional, será mostrado o equipamento da coleta lateral mecanizada.

3.1 Fases da coleta mecanizada

A coleta pode ser dividida em três fases: **Carga**; **Compactação**; **Descarga**.

De acordo com **Carga** é o processo de carregamento do equipamento, ou seja, o ato de transferir o lixo depositado no interior dos contentores (lixeiras padronizadas de 2,4m³ e 3,2m³) para o coletor / compactador lateral, com este devidamente posicionado e parado.

Ao posicionar o caminhão / equipamento, devidamente alinhado ao contentor, já instalado no local adequado, o operador / motorista inicia, utilizando um sistema gerenciado por CLP (Controlador Lógico Programável), a operação de coleta do contentor que é realizado através do lifter, para acioná-lo, primeiramente, é necessário que o caminhão com o freio de estacionamento devidamente acionado e com o câmbio em neutro, através da IHM (Interface Homem Máquina), aciona-se a tomada de força. Com esta ligada, o CLP passa a monitorar entre outras condições de segurança, a rotação do motor, garantindo que os limites previstos pela tomada de força e bomba hidráulica, dessa forma a rotação do motor é transferida para a bomba, e a energia mecânica do motor é convertida em energia hidráulica.

A partir desse momento, através de Joystick, o operador aciona o lifter, que baseado em lógicas pré-programadas, inicia a sequência de movimentos que tem como objetivo, acoplar-se ao contentor, carregá-lo de forma segura, elevá-lo até a posição onde possibilita a descarga do lixo contido no interior do mesmo na praça de compactação e, então, realizar tal descarga do contentor. Desta forma, ocorre a transferência do lixo contido no interior do contentor para o compactador. Nesse momento o operador verifica as condições de segurança tanto da praça de compactação quanto da área em torno do local onde encontrava-se originalmente o contentor através de câmeras e realiza a devolução do contentor, já descarregado, na posição original.

Após o devido reposicionamento do contentor, o operador, através do Joystick, realiza a rotina, que garante que o lifter, seja novamente posicionado junto ao equipamento, em sua posição de transporte, garantindo segurança para que o caminhão possa se deslocar e dar sequência ao trabalho de coleta.

Com os resíduos já transferidos para a praça de compactação, então passa-se para a **Compactação** que inicialmente, trata-se do deslocamento dos resíduos ali presentes, para o interior da caixa de carga através de um martelo compactador. Esse é acionado por dois cilindros hidráulicos que fazem com que ele exerça força contra os resíduos, que ao se

deparar com o preenchimento da caixa de carga, tenha capacidade de impor pressão ao mesmo buscando a taxa compactação esperada.

O ciclo de compactação é totalmente gerenciado pelo CLP que, busca a otimização energética do equipamento / caminhão, fazendo força necessária para compactar os resíduos, essa força somente será exercida quando a caixa de carga já conter em seu interior resíduos suficiente. Assim, no período inicial da coleta, o martelo desloca-se com força necessária apenas para o deslocamento do lixo e, em número de operação limitada em 2 ou 3 ciclos (gerenciada pelo CLP). Ao atingir pressão pré-determinada e gerenciada pelo CLP, o sistema hidráulico que movimenta o martelo compactador, comunica ao CLP que a caixa de carga se encontra cheia, já uma vez que o martelo passa a encontrar resistência ao deslocar-se, não conseguindo atingir pontos de referência normais ao seu ciclo.

Então inicia-se a **Descarga**, essa fase final da coleta deve ser efetuada em locais pré-definidos (estações de transbordo, aterros, etc.). O operador / motorista, deve deslocar o caminhão para o local de descarte dos resíduos, e repetir o procedimento que aciona a tomada de força, mas dessa vez com a operação de descarga selecionada na IHM. Com o caminhão devidamente posicionado, o operador pode verificar a área ao redor do equipamento através de câmeras e espelhos retrovisores e acionar o comando que abre a porta traseira que aciona, por cilindros hidráulicos, a expulsão do lixo. A posição da porta é monitorada pelo CLP e, chegando à abertura total, libera o movimento do conjunto compactador / ejetor que, acionado por cilindro hidráulico telescópico, expulsa o lixo resíduo compactado do interior da caixa de carga.

3.2 Características do equipamento

Algumas características básicas são necessárias para que o equipamento realize todo o ciclo de coleta de maneira efetiva, apontaremos alguns desses requisitos que foram criados através da ANFIR (Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários) em uma assembleia temática onde as normas foram amplamente debatidas pelos fabricantes nacionais com base nas normas europeias. Essas normas passarão por audiência pública e posteriormente oficializadas. São elas:

- a) Estanqueidade quanto ao vazamento de resíduos e chorume das vias;
- b) Geometria e habilidade adequada para acoplar-se / coletar contentores de 2,4m³ e 3,2m³;
- c) Altura máxima durante a operação de carga / coleta;
- d) Capacidade de realizar a operação de maneira harmoniosa, amigável e com a menor taxa de ruídos possível;
- e) Taxa de compactação dos resíduos (mínimo de 3:1);
- f) Sistema rápido de descarga do lixo no destino;
- g) Praça de compactação com volume mínimo de 4,5m³;
- h) Capacidade adequada para realização de manobras (conforme sugerido no manual do chassi selecionado)
- i) Distribuição adequada de carga no chassi do caminhão.

De acordo com os gestores de resíduos sólidos urbanos da cidade de Bento Gonçalves da empresa RN Freitas o equipamento apresentou características vantajosas quanto a performance do ciclo de coleta e compactação, diminuindo ao máximo o tempo e o nível de ruídos durante tais processos.

Geralmente, empresas de coleta de lixo mensuram o número de caminhões necessários para atender uma determinada região de acordo com as características do equipamento que possuem ou de acordo com o equipamento disponível para compra no mercado. Podendo-se afirmar que para a realização da coleta é necessário:

- a) O tempo de deslocamento, que leva em consideração o deslocamento da garagem até o local de coleta.
- b) O tempo de coleta, realizando todo o percurso definido para uma determinada região.
- c) O tempo de deslocamento 2, que leva em consideração o tempo necessário para um caminhão, em sua capacidade máxima de carga, se deslocar até a área de despejo e retornar para área de coleta ou para a garagem.
- d) Também deve ser relacionado o número de habitantes, distanciamento dos contentores que como comentado acima vai variar de acordo com cada cidade e a sua necessidade específica.

4 . Empregabilidade

Após implantações do sistema de coleta mecanizada em algumas cidades em nosso país, como por exemplo em Caxias do Sul, Porto Alegre, Bento Gonçalves, São Paulo, entre outras, essa tecnologia vem sendo reconhecida como uma forma eficaz, viável de melhorar o manejo e a administração de resíduos gerados pela população de forma geral.

Benefícios que o sistema traz à população de forma geral: locais adequados e padronizados para descarte de lixo; elimina ações de animais domésticos ao lixo doméstico; elimina proliferação de pragas urbanas (roedores e animais peçonhentos); elimina odores desagradáveis provenientes de lixo exposto a céu aberto; elimina possibilidade de alagamentos causados por entupimentos de bueiros e “bocas de lobo”, muitas vezes obstruídas por recipientes inadequados utilizados para descarte (sacos, sacolas, entre outros); padroniza a forma de coleta, assim como os horários de coleta, não sendo influenciada diretamente pelo clima, localidade ou horário; reduz quase integralmente o contato de trabalhadores com o lixo e os resíduos, evitando assim acidentes de trabalho, contaminações de pessoas e coletas ineficazes; torna mais eficiente e rápida a prestação de serviço à população, uma vez que o lixo já se encontra concentrado no momento da Coleta; colabora diretamente com o saneamento básico e cuidados com efluentes, pois elimina a presença de chorume das vias públicas; colabora, de forma geral, para a limpeza, organização, conservação e paisagismo da cidade, tornando-a mais limpa e fácil de ser mantida limpa; contribui com a evolução dos colaboradores envolvidos nessa prestação de serviços, uma vez que a mão-de-obra continuará sendo necessária, mas para operações mais saudáveis, mais técnicas e que exijam aprimoramento intelectual de cada indivíduo; contribui diretamente com a melhoria do convívio social.

Os benefícios diretos podem estar presentes em listas muito extensas já que parecem óbvias todas as vantagens do sistema de coleta mecanizada, no entanto, como é perceptível em exemplos de cidades que já oferecem tal serviço, há benefícios em áreas como saúde, educação e saneamento básico, que parecem não estar diretamente ligados à coleta de resíduos, mas certamente apresentam melhorias diante da ausência de agentes que poluem material e psicologicamente a vida urbana.

4. Conclusão e Trabalhos Futuros

Aqui são apresentadas as conclusões do presente trabalho e as recomendações para a continuidade dos trabalhos nesta área de estudo.

5.1 Conclusão

O desenvolvimento deste estudo possibilitou conhecer o sistema de coleta lateral mecanizada (coleta automatizada). Isso foi possível por meio de uma análise feita através de projetos de engenharia e desenvolvimento do produto.

Dada a importância do assunto, nota-se que a nova tecnologia de coleta de lixo consiste não somente em inovar, mostrando outras possibilidades de sistema de coleta evitando

possíveis acidentes de trabalho pensando em atender aos anseios da sociedade, hoje preocupada com questões ligadas ao meio ambiente, saúde e educação. O mesmo já é utilizado em cidades como Barcelona, Roma e Amsterdã, na Europa, além de Chile e Uruguai, na América Latina, e também em algumas cidades no Brasil, como Caxias do Sul, Porto Alegre, Santa Maria, onde são exemplos de êxito em sua implantação. Os contêineres, são distribuídos estrategicamente nas ruas de acordo com as necessidades da concentração populacional para que o novo sistema atenda de forma satisfatória.

Inicialmente, visando a adaptação da população ao sistema, a principal preocupação na implantação é fazer com que mesmo quem enxergue apenas objeções a coleta mecanizada, pois cada vez mais podemos perceber a inserção da tecnologia em nosso cotidiano.

Sendo assim, percebe-se que a coleta mecanizada, além de um projeto de engenharia é também um passo inicial para melhorar nosso país em questões importantes, como buscar a formação de uma população mais consciente no descarte dos resíduos sólidos urbanos, melhorando não somente o sistema de coleta, mas o meio ambiente, onde tenhamos uma percepção da importância do descarte correto do lixo gerado, e conseqüentemente que as futuras gerações tenham uma visão mais aprimorada de suas atitudes do dia a dia.

5.2 Trabalhos Futuros

Como possíveis trabalhos futuros, pode-se apontar:

Estudos de caso relacionados após a implantação da coleta lateral mecanizada e seus resultados após a mesma (apontar mudanças relacionadas no âmbito social e ambiental), promovendo uma análise mais específica do projeto bem como de detectar possíveis novos pontos de flexibilização e melhorias. Outro trabalho futuro bastante relevante diz respeito a sua implementação. É importante definir estratégias para a implantação, treinamento de pessoas capacitadas para mão de obra e manutenção do produto além de divulgação, instrução e apresentação do produto para a população após a implementação do novo sistema de coleta de Resíduos Sólidos Urbanos.

REFERÊNCIAS

ÁBALOS, F., SULIMAM, F., MOSSERI, I., OTA, N., FARINA, R. Gestão de Resíduos Sólidos e Impactos sobre a Drenagem Urbana. **Accelerating the world's research**. p. 1-18, 1 nov. 2012.

ABNT NBR 10004:2004. **2004.**, 31 maio 2004.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **13463.**, setembro 1995. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-13463-Coleta-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos.pdf>. Acesso em: 11 out. 2021.

BATISTA, M., CAIADO, R., Goyannes G., QUELHAS, O., Luiz G LIMA, G. B. A., YPARRAGUIRRE, W. L. F., IVANY T. R. A framework for sustainable and integrated municipal solid waste management: Barriers and critical factors to developing countries. **Journal of Cleaner Production**, p. 1-14, 13 maio 2021.

BAUTISTA, J. Modeling the problem of locating collection areas for urbanwaste management. An application to the metropolitan area of Barcelona. Elsevier, 2 mar. 2005.

BIBIANO, N. R., Margarida, P., Míriam C. S. S., Maria, L. F. S., Damiana, M. A., Thiago, K. R. I., Luis F. D. UMA ANÁLISE DO NÍVEL DE SATISFAÇÃO DE COMERCIANTES FRENTE A UM NOVO SISTEMA DE COLETA DE LIXO. *Ecoinovar*, 27 set. 2013.

CHAVES, I. R. **BENEFÍCIOS SOCIAIS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS A PARTIR DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UMA ESTIMAÇÃO PARA O RIO GRANDE DO SUL**. 2012. DISSERTAÇÃO (MESTRADO EM ECONOMIA) - UNIVERSIDADE CATOLICA DO RIO GRANDE DO SUL, 2012.

COLETA mecanizada é alternativa moderna, 20 dez. 2019. Disponível em: <https://jornalzonasul.com.br/coleta-mecanizada-e-alternativa-moderna/>. Acesso em: 09 out. 2021.

DI MARIA, F., MICALE, C., MORETTINI, E. Impact of the pre-collection phase at different intensities of source segregation of bio-waste: An Italian case study. *Waste Management*, p. 1-10, 25 abr. 2016.

Farré, J.A., Salgado, P. R., Martín M., Zsembinszki, G., Gasia, J., Cabeza, L.F., Barreneche, C., Fernández A.L. Case study of pipeline failure analysis from two automated vacuum collection system. *Elsevier*, 16 abr. 2021.

FERRÃO, C. C. Análise dos riscos ambientais e de acidentes de trabalho em serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos. *Gestão & Produção*, p. 1-20, 14 jun. 2020.

FERRÃO, C. C. Analysis of environmental risks and accidents at work in urban solid waste collection services. *Gestão & Produção*, UNISC, Santa Cruz do Sul, p.1-20, 28 jan. 2021.

FERRAZ, J.L. Modelo para avaliação da gestão municipal integrada de resíduos sólidos urbanos. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.2008.

HEMPE, C. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS1. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, p. 1-14, 9 out. 2012.

HENRY, R. K. Municipal solid waste management challenges in developing countries: Kenyan case study. *Elsevier*, 4 jun. 2005.

JUSBRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Artigo 18. [S. l.], 2010. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/26263536/artigo-18-da-lei-n-12305-de-02-de-agosto-de-2010>. Acesso em: 11 out. 2021.

LAURIERI, Nicola Laurieri; LUCCHESI, Andrea; DIGIESI, Salvatore. A Door-to-Door Waste Collection System Case Study: A Survey on its Sustainability and Effectiveness. *Sustainability*, 8 jul. 2020

NASCIMENTO, V. F., SOBRAL, A. C., ANDRADE, P. R. A., OMETTO, J. P. H. B. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Ambiente&Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, p. 1-14, 27 ago. 2015.

RIPA, M. The relevance of site-specific data in Life Cycle Assessment (LCA). The case of the municipal

solid waste management in the metropolitan city of Naples (Italy), *Journal of Cleaner Production* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.149>

USÓN, A. A., FERREIRA, G., VÁSQUEZ, D., BRIBIÁN, I. Z., SASTRESA, E. L. Environmental-benefit analysis of two urban waste collection systems. **Science of the Total Environment**, p. 73-77, 20 jun. 2013.

VELLOSO, M. P. Processo de trabalho e acidentes de trabalho em coletores de lixo domiciliar na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. Centro de Saúde Germano Sinval Faria, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, 15 fev. 2009.