**INTEGRAÇÃO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE DE RISCO NA MELHORIA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM CAMPINA GRANDE-PB**

Khelvyn Yhasley Nascimento Martins (*), Nayr Thays Henrique Calixto, Cícero Fellipe Diniz de Santana

* UEPB – Universidade Estadual da Paraíba, khelvyn.martins@hotmail.com

RESUMO

A situação da gestão dos resíduos sólidos no Brasil é crítica. Problemas como a falta de gerenciamento e a falta de investimento, causam transtornos diretos em diversos setores cruciais da gestão. Diante de tantas problemáticas a serem resolvidas, se faz necessária a identificação de quais são os problemas que necessitam de soluções mais urgentes. Para definir essa prioridade, este trabalho utilizou a técnica de análise árvore de falhas, que possibilitou a hierarquização dos eventos. E a partir disto, foi possível identificar que as falhas que mais causam a gestão ambientalmente inadequada dos resíduos sólidos de Campina Grande, foram os fatores relacionados a investimento financeiro, planejamento e educação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de resíduos sólidos, Análise de riscos.

ABSTRACT

The solid waste management situation in Brazil is critical. Problems such as lack of management and lack of investment cause direct disruption in several crucial management sectors. Faced with so many problems to be solved, it is necessary to identify which are the problems that need more urgent solutions. To define this priority, this work used the technique of failures tree analysis, which made possible the hierarchization of events. From this, it was possible to identify that the failures that most cause the environmentally inadequate management of the solid waste of Campina Grande, were the factors related to financial investment, planning and environmental education.

KEY WORDS: Solid waste management, Risk analysis

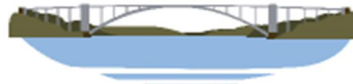
INTRODUÇÃO

Apesar da existência da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o Brasil enfrenta muitos problemas relacionados à gestão de resíduos. Segundo o relatório realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ALBREPE), no ano de 2017, 91,2% dos resíduos gerados, foram coletados resultando em 6,9 milhões de toneladas de resíduos não coletados. Com relação à disposição, 40,9% dos resíduos coletados, foram dispostos em locais inadequados, resultando em mais de 29 milhões de toneladas de resíduos dispostos em lixões ou aterros controlados.

O Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, referente ao ano de 2017, o investimento médio feito pelos municípios brasileiros em limpeza urbana, foi de R\$ 10,37 por habitante por mês, já a média dos municípios nordestinos foi de R\$ 8,66. A média do índice de cobertura da coleta de resíduos sólidos urbanos no nordeste é de 79,06%, sendo a menor do país, cuja média de Brasil é de 91,24%. O panorama de 2012, relata que, apenas 30,9 % dos resíduos na Paraíba eram destinados em locais apropriados. Dados como estes indicam que ainda há muito o que melhorar na gestão de resíduos sólidos no Brasil.

A cidade de Campina Grande - PB, apresenta questões semelhantes às apresentadas no cenário nacional, no que se refere à gestão de resíduos. Além disso, a falta de informações e relatórios técnicos, atualizados, por parte dos órgãos responsáveis, dificulta o estudo e a análise da situação local. Problemas como a disposição inadequada de resíduos, podem ser identificadas sem dificuldade em locais específicos no município, já que não há fiscalização para aplicação de penalidades severas. Sendo assim, a cidade é um local propício para a aplicação do estudo.

Diante da dificuldade de gerenciar os resíduos sólidos, a gestão se responsabiliza por processos como acondicionamento, coleta, transporte e disposição final dos resíduos. Se existem problemas em, ao menos, um desses processos é possível concluir que há a necessidade de melhorias no processo. Essas deficiências podem ser minimizadas e evitadas a partir da identificação das causas dos processos existentes.



A análise de risco é uma técnica importante, que possibilita o estudo minucioso dos riscos, suas causas e frequências. O tipo de análise de risco escolhido para ser aplicado nesse trabalho foi a análise de árvore de falhas, que possibilita a criação de um diagrama, para a visualização das falhas e identificação de níveis de prioridade.

OBJETIVOS

Desenvolver, através do método de análise de risco árvore de falhas, um programa de diretrizes que vise a melhoria do planejamento estratégico da gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de Campina Grande - PB.

METODOLOGIA

Campina Grande é uma das mais antigas localidades do interior do estado da Paraíba, localizada no Agreste do Estado, ocupando uma área de 593,026 km² e população estimada em 2018 de 407.472 pessoas, segundo o IBGE. A gestão dos resíduos é denominada mista, na qual, parte dos serviços é realizada pelo município, como varrição, capinação, pintura de meios fio e outros; e, outra parte é realizada por empresa privada responsável pela coleta e destinação dos resíduos sólidos domiciliares de cerca de 69 bairros. Atualmente, a destinação final dos resíduos é o aterro sanitário, localizado na zona rural de Campina Grande, cuja gestão é de responsabilidade da empresa ECOSOLO Gestão Ambiental de Resíduos Ltda. A média da quantidade de resíduos coletados entre os anos de 2010 e 2012 é de 432,09 toneladas.

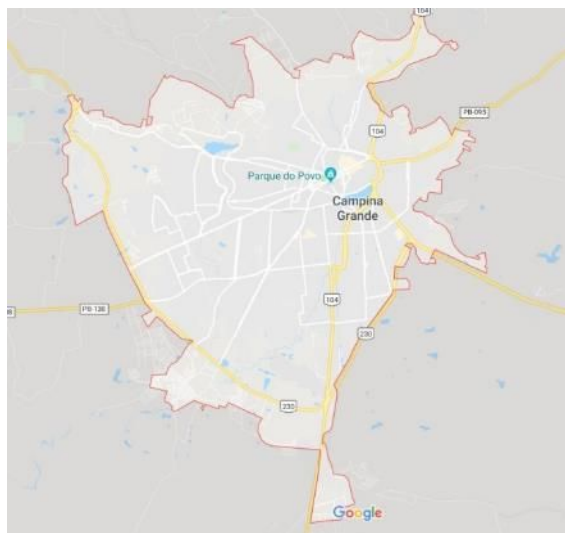


Figura 1: Mapa de Campina Grande. Fonte: Google Maps

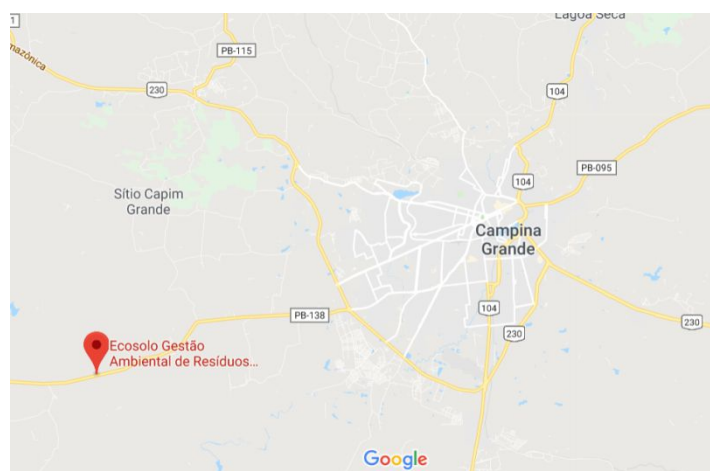
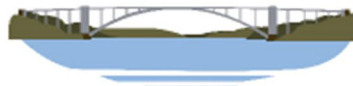


Figura 2: Localização do aterro sanitário de Campina Grande. Fonte: Google Maps

Segundo o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Campina Grande, em 2013, 54,57 % dos resíduos coletados foram provenientes da coleta de entulhos e limpeza de terrenos baldios, enquanto 39,06 % da coleta de resíduos domiciliares. Esta constatação, aponta que a maior parte da coleta é de resíduos que estão dispostos em locais



inapropriados. O plano também mostra que ao realizar uma caracterização gravimétrica, de 4 bairros do município, mais de 30% dos resíduos produzidos é matéria orgânica, o que indica um potencial para realizações de projetos que realizem compostagem, contribuindo para a redução da quantidade de resíduo disposto no aterro.

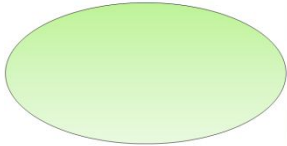


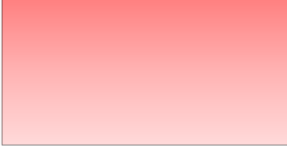

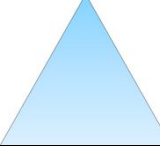
A análise de árvore de falhas (AAA) é um dos métodos de análise de risco, que estuda falhas que poderiam causar um evento indesejável (evento topo), através da criação de um diagrama com sucessivas bifurcações. Podendo ser de caráter quantitativo, indicando a frequência de ventos indesejados a partir da combinação lógica das falhas do sistema em estudo. Sua aplicabilidade é abrangente, devido à possibilidade de desenvolver a AAA em diferentes níveis de complexidade, e pessoas sem tanto domínio sobre o assunto, podem interpretar a análise sem tanta dificuldade.

Para construir o diagrama, é necessário um estudo aprofundado da sistema em estudo para que se possa determinar a relação e condição de ocorrência de cada falha.

A construção do diagrama, foi realizada a partir da identificação do evento topo, que neste trabalho é a falha na gestão integrada dos resíduos sólidos na cidade de Campina Grande, e, a partir desse evento, identificar quais são os eventos intermediários que causam a ocorrência da falha indesejada. As portas lógicas foram utilizadas para indicar se as causas estão interligadas entre si, ou são independentes. Os eventos foram descritos no interior de formas geométricas para representar se as falhas são intermediárias ou de base. A leitura do diagrama deve ser feita de baixo para cima, pois o evento topo representa o resultado da árvore, e os eventos de base as causas iniciais.

RESULTADOS

Tabela 1. Legenda: formas geométricas dos eventos da árvore de falhas. Fonte: Os autores

Forma geométrica	Significado
	Evento de base: limite de falhas da árvore
	Evento intermediário
	Evento intermediário
	Evento intermediário relacionado diretamente ao evento topo
	Evento topo
	Continuação da árvore em outra seção

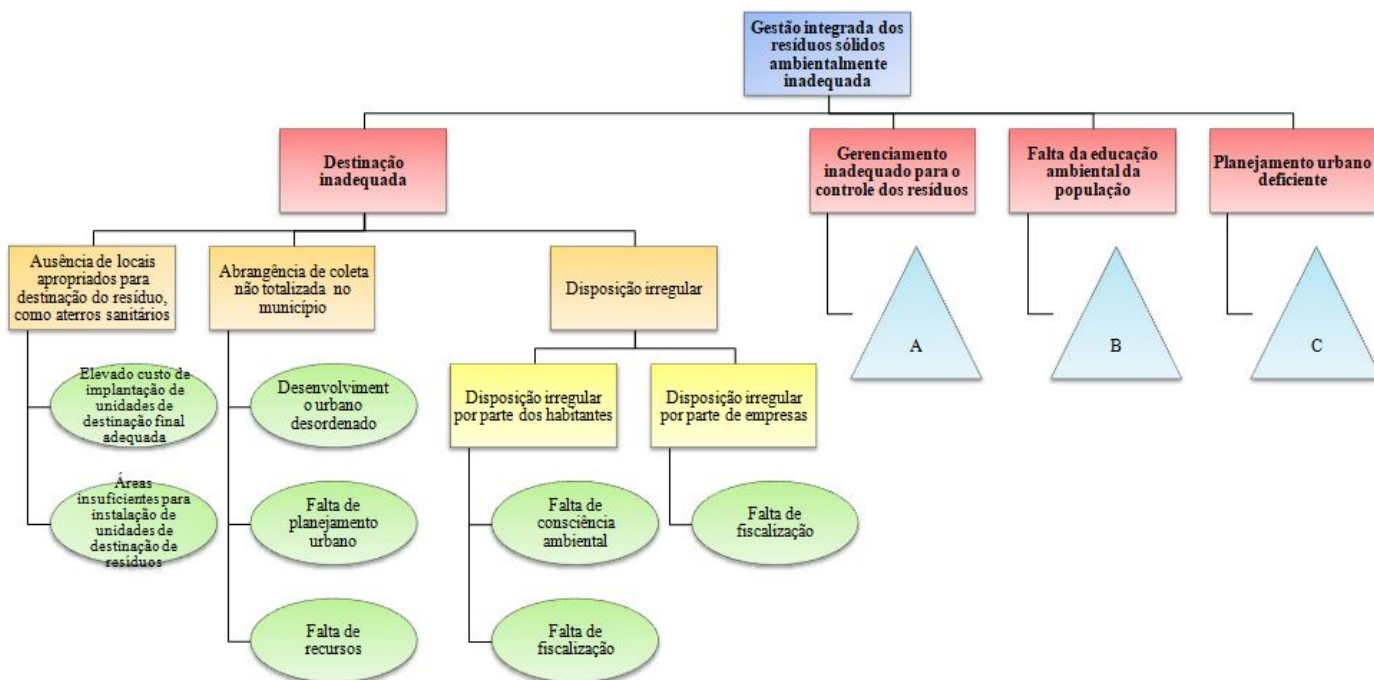
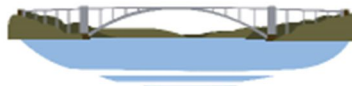


Figura 3: Árvore de falhas. Fonte: Os autores

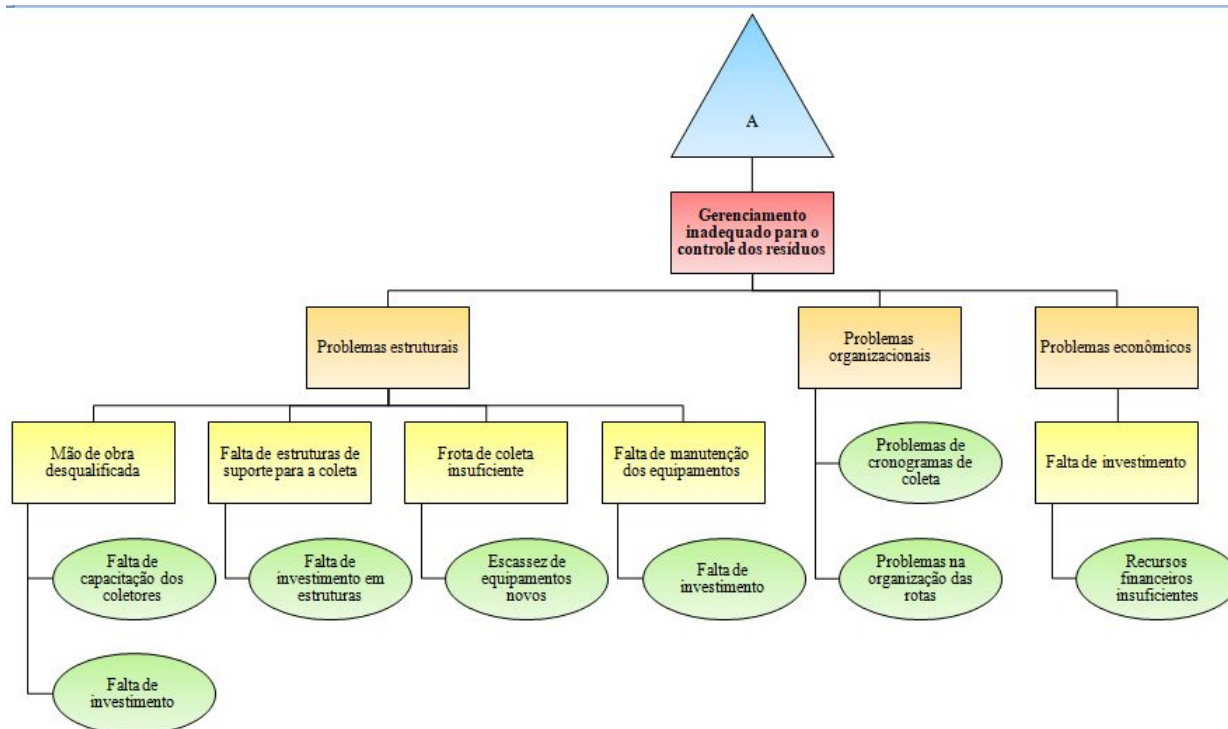


Figura 4: Árvore de falhas. Fonte: Os autores

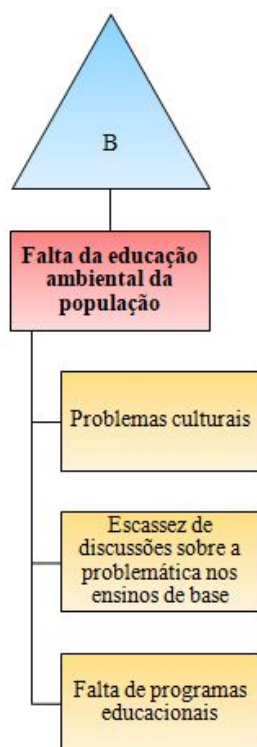
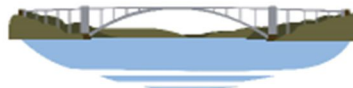


Figura 5: Árvore de falhas. Fonte: Os autores

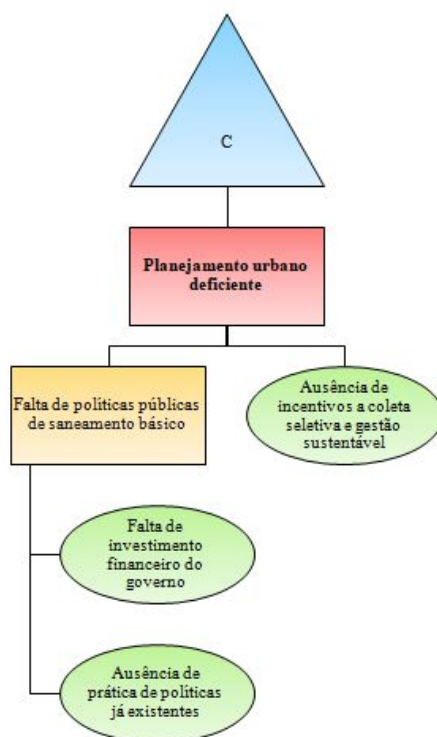
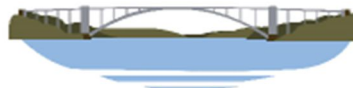


Figura 6: Árvore de falhas. Fonte: Os autores

Após a finalização do diagrama, foi possível observar, de maneira ampla, a situação em estudo, e identificar o nível que cada evento se encontra, assim como a prioridade de cada um no plano de mitigação. Pode-se observar que os eventos relacionados a investimentos, planejamento, e educação ambiental, se repetem algumas vezes ao longo da árvore. Portanto, assume-se que essas falhas são as que estão mais relacionadas ao evento topo, e, conseqüentemente, requerem prioridade na fase de mitigação.



Considerando uma medida a curto prazo, as falhas prioritárias devem ser mitigadas com mais urgência do que as falhas secundárias. Para resolver a problemática de investimentos, é necessário um planejamento financeiro mais profundo e criterioso, para que as verbas possam ser destinadas para as questões mais importantes relacionadas aos resíduos sólidos, como também um cronograma a ser seguido para variação de investimento em setores como o de equipamentos e desenvolvimentos de estudos. Para a área de planejamento, é necessário formar uma equipe multidisciplinar capaz de envolver o máximo possível dos setores da sociedade, com objetivo de oferecer um serviço que atenda à toda a população, e não apenas, a uma parte, como acontece atualmente. Com relação à questão da educação, ações como programas educacionais nas escolas, com o auxílio de cartilhas e atividades práticas, promover programas de educação sobre consumo e destinação final sustentáveis para moradores de comunidades, podem ser bastante efetivos.

CONCLUSÕES

A gestão integrada de resíduos sólidos na cidade de Campina Grande, assim como em todo o país, necessita de melhorias para que a realização de ações da gestão sejam mais eficazes e abrangentes. Portanto, ferramentas como métodos de análise de risco, podem ser úteis na elaboração de alternativas mitigadoras desses problemas. A análise de árvore de falhas, possibilitou a identificação das causas mais importantes do problema de gestão, indicando que as questões relacionadas a investimento financeiro, projetos e educação ambiental, devem ser mitigadas com maior prioridade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2018. Disponível em <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>. Acesso: 20 de abril de 2019.
 2. Barros, S. S. de. **Análise de riscos**. Disponível em http://ead.ifap.edu.br/netsys/public/livros/LIVROS%20SEGURAN%C3%87A%20DO%20TRABALHO/M%C3%B3DULO%20III/16%20An%C3%A1lise%20DE%20Riscos/Livro_An%C3%A1lise%20de%20riscos.pdf. Acesso: 20 de abril de 2019.
 3. Scapin, C. A. **Análise Sistêmica de Falhas**. Editora de Desenvolvimento Gerencial. Belo Horizonte. 1999.
 4. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades e estados**: Campina Grande. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidade-e-estados/pb/campina-grande.html?>. Acesso em: 20 de abril de 2019
 5. ECOSAM. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Campina Grande - PB**: Prognóstico, diretrizes, estratégias e metas, programas, projetos e ações. 2014. Disponível em http://sesuma.org.br/estudos/Prognostico_2204_VF.pdf. Acesso: 20 de abril de 2019.
 6. ECOSAM. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Campina Grande - PB**: Diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos urbanos. 2014. Disponível em http://sesuma.org.br/estudos/Diagnostico_2204_VF.pdf. Acesso: 20 de abril de 2019.
1. Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, 2003.