



CENTRO UNIVERSITÁRIO TABOSA DE ALMEIDA

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

EMÍLIA JULIANA FERREIRA DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO FMEA (FAILURE MODE AND EFFECTS
ANALYSIS) COMO MECANISMO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO
AMBIENTAL NA RUA DA LATA LOCALIZADA NA CIDADE DE
CARUARU - PE**

**CARUARU
2017**

EMÍLIA JULIANA FERREIRA DA SILVA

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO FMEA (FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS) COMO MECANISMO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL NA RUA DA LATA LOCALIZADA NA CIDADE DE CARUARU - PE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao comitê da ASCES – UNITA, como requisito parcial, para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Ambiental, sob orientação do Professor Doutor Cláudio Emanuel Silva Oliveira.

Caruaru - PE
2017

BANCA EXAMINADORA

Aprovado em: ___/___/_____

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Emanuel Silva Oliveira.

Primeiro Avaliador Msc. Mariana Ferreira Martins Cardoso

Segundo Avaliador: Luiz José dos Santos

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades, não só durante o projeto, mas em toda trajetória acadêmica.

Aos meus pais e irmão, pelo amor e incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço e apoio incondicional.

À minha avó e a meu avô (*in memoriam*), aos meus tios: pelas preocupações e pelo simples fato de todas as vezes que nos encontrávamos se preocupavam em saber como estava minha vida acadêmica, com uma pressa para que eu me formasse logo pra ter uma engenheira na família (rsrsrs). A todos esses, meu muito obrigada, por nos momentos da minha ausência, dedicada ao estudo principalmente aos domingos, quando religiosamente, nos encontramos para aquele almoço em família, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

A ela, que sempre foi e é uma pessoa excepcional, que durante esses cinco anos de formação acadêmica, me incentivou desde o início, sempre ao meu lado independente, no bom ou no ruim, não me deixava desanimar nunca. Por isso e muito mais a você Rafaella Lima meu muito obrigada por tudo, por ser essa pessoa amiga, irmã, companheira, por todas orientações, por ser essa pessoa que eu sei que posso contar sempre.

A elas, minhas amigas de sala, de farra, travessuras e conversas, sempre prontas uma para ajudar a outra em qualquer momento, cúmplices de qualquer situação, descoberta ou escolhas, estamos juntas sempre! Letícia Melo, Taíza Alves e Gabriella Alves.

A vocês: Mainha Genilda, Painho Edinaldo, meu irmão Wedson, minha cunhada Viviane, minha avó Lindinalva, meus tios e tias: Selma, Genivaldo, Gerivaldo, Gilson, Joelma, Luisa, Angela, Eliane, e Jaqueline, amigos: Rafaella Lima, Letícia Melo, Taiza Alves, Gabriella Alves, Fernanda Liberato, e Nathaly Ribeiro, meu muito obrigada a todos por tudo, tamanha a gratidão se resumem em: não é sobre ter todas as pessoas do mundo pra si é sobre saber que em algum lugar alguém zela por ti é sobre cantar e poder escutar mais do que a própria voz é sobre dançar na chuva de vida que cai sobre nós, por isso, eu prefiro sorrisos e os presentes que a vida trouxe pra perto de mim.

Ao professor Doutor Cláudio Emanuel Silva Oliveira, pela desconfiança no início do projeto, que fez com que me tornasse mais forte e dedicada a cada desafio dado em suas orientações. Acredito que com o tempo, conquistei seu apoio e confiança.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

“Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu, é sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu.” (Ana Vilela)

RESUMO

As atividades antrópicas em geral, geram efeitos negativos, causando impactos ao meio ambiente. Partindo deste princípio, uma rua localizada no município de Caruaru – PE, foi alvo de estudo devido a apresentação de atividades antrópicas que estariam gerando impactos no meio ambiente. A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), por excelência, dedica-se a fazer predições dos efeitos em determinado ambiente a curto, médio e longo prazo. O presente trabalho baseou-se na ferramenta FMEA (Modo de Falha e Análise de Efeitos, do inglês Failure Mode and Effects Analysis) para avaliar os possíveis impactos ambientais causados pela ocupação desordenada e pela falta de infraestrutura básica na rua da Lata, analisando atividades passadas, atuais e futuras da comunidade. O local estudado apresenta características de falta de: saneamento básico, transporte público, coleta de lixo, pavimentação adequada e iluminação pública. A atividade econômica dos moradores da rua da Lata é a coleta seletiva para reciclagem, que acontece de forma desordenada, devido ao incorreto manuseio e acondicionamento dos materiais coletados. O estudo foi baseado no preenchimento de tabelas do método FMEA, adaptadas para as atividades do local que causam impactos físicos, químicos, biológicos, sociais e econômicos. A partir das tabelas foi possível analisar o grau de ocorrência e severidade dos impactos causados pelas atividades dos moradores: disposição inadequada de lixo, transmissão de doenças, contaminação do solo e do lençol freático, poluição, doenças provocadas por vetores, dentre outros. A identificação desses impactos pode servir de alerta ao poder público para o correto direcionamento na melhoria da qualidade de vida dos moradores daquele local.

Palavras-chave: Avaliação de impacto, ferramenta FMEA, ocupação desordenada, infraestrutura.

ABSTRACT

The anthropic activities in general generate negative effects, causing impacts to the environment. Based on this principle, a street located in the municipality of Caruaru - PE, was studied due to the presentation of anthropic activities that would be generating impacts on the environment. The Environmental Impact Assessment (EIA), par excellence, is dedicated to making predictions of the effects in a given environment in the short, medium and long term. The present work was based on the FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) tool to evaluate the possible environmental impacts caused by the disorderly occupation and the lack of basic infrastructure in Lata Street, analyzing past activities, Current and future community. The site studied has characteristics of lack of: basic sanitation, public transportation, garbage collection, adequate pavement, public lighting. The economic activity of the residents of Lata Street is the selective collection for recycling that happens in a disorderly way, due to the incorrect handling and packaging of the materials. The study was based on the completion of tables of the FMEA method, adapted to local activities that cause physical, chemical, biological, social and economic impacts. From the tables it was possible to analyze the degree of occurrence and severity of the impacts caused by the activities of the residents: inadequate disposal of trash, transmission of diseases, soil and groundwater contamination, pollution, diseases caused by vectors, among others. The identification of these impacts can serve as an alert to the public power for the correct direction in improving the quality of life of the residents of that place.

Keywords: Impact assessment, FMEA tool, messy occupation, infrastructure.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Representação do formulário FMEA para manutenção	22
Tabela 2 - Representação da escala típica FMEA tradicional para a definição de prioridades.....	23
Tabela 3 - Probabilidade de ocorrência.....	25
Tabela 4 - Severidade dos efeitos.....	25
Tabela 5 - Índice de detecção das falhas	25
Tabela 6 - Classificação do Impacto Ambiental de acordo com a Situação Operacional.....	32
Tabela 7 - Classificação do Impacto Ambiental de acordo com a Magnitude	33
Tabela 8 - Classificação do Impacto Ambiental de acordo com a Severidade	33
Tabela 9 - Classificação do Impacto Ambiental de acordo com a Frequência / Probabilidade	33
Tabela 10 - Classificação do Impacto Ambiental de acordo com a Legislação Ambiental e Regulamentos	34
Tabela 11 - Classificação do Impacto Ambiental de acordo com a Preocupação do Público	34
Tabela 12 - FMEA para determinação de Impactos Ambientais na rua da Lata	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Categorias de FMEA	21
Figura 2 – Índices baseados nas causas	24
Figura 3 – Processo de coleta de resíduos sólidos e suas inter-relações.....	29
Figura 4 – Imagem de satélite da rua da Lata	31
Figura 5 – Imagem de satélite da rua da Lata discriminando áreas	36
Figura 6 – Visão geral da rua da Lata	37
Figura 7 – Falta de pavimentação e acondicionamento inadequado de material de reciclagem.....	38
Figura 8 – Descarte inapropriado de resíduos domésticos	39
Figura 9 – Acondicionamento de materiais para reciclagem.....	40
Figura 10 – Disposição inadequada de resíduos da construção civil	41
Figura 11 – Canalização de esgoto do bairro vizinho, que percola até a rua da Lata	41
Figura 12 – Encanação de esgoto doméstico sendo direcionado para a rua	42
Figura 13 – Esgoto a céu aberto	43
Figura 14 – Falta de encanação de saneamento. Poças de água	44
Figura 15 – Afloramento do lençol freático	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREAS URBANAS	14
3.2	AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	16
3.3	ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHAS POTENCIAL – FMEA..	18
3.3.1	Histórico da FMEA	19
3.3.2	Definições da FMEA	19
3.3.3	Tipos de FMEA	20
3.3.4	Metodologia da FMEA	21
3.3.5	Número de Prioridade de Risco (NPR)	23
3.3.6	Vantagens da Aplicação da Ferramenta FMEA	26
3.3.7	Infraestrutura: Características Básicas	26
4	METODOLOGIA	30
4.1	TIPO DE ESTUDO	30
4.2	LOCAL DE ESTUDO	30
4.3	FMEA e ISO 14001	32
4.4	METODOLOGIA FMEA	32
4.5	METODOLOGIA FMEA NA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1	APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA – TABELA	45
5.2	ATIVIDADES MITIGADORAS	48
6	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais decorrentes das diferentes formas de disposição de resíduos sólidos oferecem riscos importantes à saúde humana. Sua disposição no solo, em lixões ou aterros, constitui uma importante fonte de exposição humana a várias substâncias tóxicas. As principais rotas de exposição a esses contaminantes são a dispersão do solo, do ar contaminado, a lixiviação e a percolagem do chorume. O manejo adequado desses resíduos é uma importante estratégia de preservação do meio ambiente, assim como de promoção e proteção da saúde. De modo geral, os impactos dessa degradação estendem-se para além das áreas de disposição final dos resíduos, afetando toda a população contribuindo de forma significativa até para mudança de clima devido à emissão de (CH₄) gás metano, responsável pelo aquecimento global (GOUVEIA, 2012).

Assim, problematizar o que parece evidente ou natural implica refletir criticamente sobre conceitos, teorias, métodos e técnicas de abordagem. Os conceitos são significativos e estão sempre em movimento. Na análise de impactos ambientais, além do próprio conceito de impacto, equilíbrio, mudança e auto-organização são conceitos-chaves que precisam ser permanentemente questionados, uma vez que o impacto não é algo dado, evidente. Os impactos ambientais são mudanças de relações ecológicas e sociais que precisam ser interrogadas incessantemente. Com o fim de captar o não evidente, é preciso indagar as mudanças e a capacidade auto organizativa dos sistemas urbanos abertos (GUERRA & CUNHA, 2011).

Às manifestações de problemas ambientais globais acerca do meio ambiente cada vez mais ganham proporção mundial, tornando-se alvo preocupante para órgãos governamentais e empresariais, devido à notoriedade do aumento de temperatura da terra, destruição da camada de ozônio, esgotamento acelerado dos recursos naturais, dentre outros. Estimulando a busca de um novo modelo de crescimento econômico que considere a preservação do meio ambiente e a solução dos problemas ambientais, por meio de iniciativas individuais, empresariais e públicas (MACIEL & FREITAS, 2014).

A Lei nº 6.938, de 1981, institui a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser

necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo levando em consideração a qualidade e o equilíbrio ecológico (CARTILHA FEDERAL, 2013).

De acordo com Guerra e Cunha (2011), só no Brasil a concentração urbana é da ordem de 80% da população e com um desenvolvimento de forma pouco planejada, causando grandes conflitos institucionais e ecológicos. Essa concentração está ligada a um avançado crescimento desordenado e acelerado, que tem provocado uma série de mudanças no ambiente, trazendo consigo as inundações no sentido de impactos ambientais, levando cidades ao caos ambiental, com um custo extremamente alto para a sociedade.

Os problemas ambientais (ecológicos e sociais) não atingem igualmente todo o espaço urbano, atingem muito mais espaços físicos de ocupação das classes sociais menos favorecidas do que os das classes mais elevadas. Tais problemas causam desequilíbrio ambiental e afetam diretamente a saúde dos indivíduos, por falta de saneamento básico, deixando certa a transmissão de inúmeras doenças ao homem, tais como febre tifoide, salmoneloses e disenterias, filariose, malária, dengue e febre amarela, provocadas por mosquitos, raiva, peste bubônica, leptospirose e certas verminoses, ocasionadas por roedores (FILHO E BARRETO, 2011; ARAÚJO, 2015).

Nos dias atuais, têm-se provas óbvias do aumento da degradação do meio ambiente e da redução da qualidade de vida em nível mundial. Os índices de poluição atmosférica, sendo acompanhados por alterações no estilo de vida e nos modos de produção e consumo da população, constitui-se em ameaça crescente para saúde humana.

A distribuição espacial das classes menos favorecidas está associada à desvalorização de espaço. Enquanto a classe alta dispõe de grandes áreas que lhe permitem manter a vegetação que preserva a solo, a classe pobre se aglomera e, ao aumentar a densidade populacional, altera a capacidade de suporte do solo, em detrimento do investimento no saneamento. A análise de impactos ambientais urbanos impõe para cada caso a necessidade de investigar as localizações, as distâncias, as condições ecológicas, o acesso diferencial a terra, as ações e formas de apropriação social dos espaços da cidade. (GUERRA & CUNHA, 2011).

Vandenbrande (1998) apresenta um modelo chamado Análise de Falha e seus Efeitos (FMEA) como ferramenta para a identificação e diagnóstico de problemas

ambientais, que pode ser aplicado nas mais diversas atividades econômicas que se destacam por ocasionar relevantes impactos ambientais.

Assim, o presente estudo teve como objetivo identificar e analisar os potenciais impactos ambientais causados pela falta de infraestrutura na rua da Lata, município de Caruaru - PE, à luz do método FMEA. Este estudo se justifica por propiciar, através da aplicação da ferramenta FMEA, a identificação dos impactos ambientais e a apresentação de uma escala de priorização baseada na aplicação de índices de criticidade. Assim, foi feita uma avaliação dos maiores riscos ambientais, facilitando a visualização das possíveis ações de melhoria e controle que poderão servir como rica fonte de informação e orientação às práticas ambientais principalmente para utilização pelo poder público.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Identificar os impactos ambientais na Rua da Lata, no município de Caruaru – PE causados pela falta de infraestrutura do local, para propor medidas mitigadoras sobre os impactos mais relevantes.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os possíveis impactos ambientais presentes na Rua da Lata em decorrência da ocupação desordenada e da falta de infraestrutura, utilizando-se da ferramenta de avaliação de impacto FMEA (*FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS*).
- Identificar as consequências das ações humanas que venham a gerar impacto ambiental, para que possa haver a prevenção da qualidade do meio ambiente do local.
- Gerar, por meio das informações coletadas, as prioridades para minimização dos impactos ambientais e a melhor forma de direcionamento de verbas públicas para tal finalidade.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Impactos Ambientais em Áreas Urbanas

Segundo Bucci (1991, apud GUERRA E CUNHA, 2011, p. 200), ao analisarem a expansão urbana e a qualidade ambiental em municípios, destacou-se o crescimento desordenado do espaço urbano, sem controle do poder Público local. Esse crescimento populacional, no entanto, acaba ocorrendo de forma desproporcional na área urbana, sendo um dos principais responsáveis pelo surgimento e acirramento dos graves problemas ambientais que comprometem a qualidade de vida da população. Além disso, propõem como única saída para ação do poder público a aplicação e uso de instrumentos legais, permitindo um maior controle sobre especulação fundiária e imobiliária sobre os vazios urbanos.

Quando são avaliados dados sobre o crescimento populacional nos municípios, é possível caracterizar as mudanças demográficas com condicionantes históricos, políticos e econômicos pelos quais o país passou, principalmente a partir da segunda metade do século XX, quando o processo de industrialização dá início a profundas mudanças na sociedade brasileira que passa a se urbanizar rapidamente. Passando a apresentar problemas decorrentes de um processo anômalo de urbanização, resulta no empobrecimento da população residente nas áreas urbanas e, conseqüentemente, de sua qualidade de vida (GUERRA E CUNHA, 2011).

Assim aparecem os impactos socioambientais negativos que decorrem como efeitos colaterais de inúmeras políticas públicas, sejam elas políticas macroeconômicas, sejam políticas setoriais, como as de transportes e de energia. O relatório da comissão Brundtland aponta esta relação, partindo assim para necessidade de escolher políticas sustentáveis que requerem que as dimensões ecológicas das políticas sejam consideradas ao mesmo tempo em que as econômicas (SÁNCHEZ, 2008).

Têm-se como Impacto Ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetam o bem-estar da população, a qualidade dos recursos ambientais, as condições estética e sanitária do meio ambiente (BRASIL, 1986).

Diariamente, são coletadas no Brasil entre 180 e 250 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos. É perceptível que vem ocorrendo um aumento na produção de resíduos sólidos, tanto em quantidade como em diversidade, e boa parte dos resíduos produzidos atualmente não possui destinação sanitária e ambientalmente adequada, trazendo consigo elementos sintéticos e perigosos aos ecossistemas e à saúde humana (GOUVEIA, 2012). Quando depositados a céu aberto sem que haja nenhuma precaução, os resíduos produzem o chorume de lixo ou do aterro que é o líquido proveniente da matéria orgânica em decomposição nos aterros sanitários. Por ser altamente poluente, não pode ser disposto diretamente no meio ambiente, pois pode provocar a contaminação do solo, do lençol freático e de corpos d'água.

Outros meios de destinações para os resíduos sólidos urbanos, como a compostagem, incineração e reciclagem também são possíveis, de modo a minimizar os impactos ambientais e os danos ou riscos à saúde humana. O depósito inadequado de resíduos sólidos constitui potentes fontes de exposição para populações, tendo sido relatados riscos aumentados para diversos tipos de câncer, anomalias congênitas, baixo peso ao nascer, abortos e mortes neonatais e em populações vizinhas a esses locais. (GOUVEIA, 2012).

O lançamento ou a liberação nas águas, no ar ou no solo, de toda e qualquer matéria ou energia, com intensidade, qualidade, concentração ou com características em desacordo com os padrões de emissão e padrões de qualidade ou que tornem ou possa tornar as águas, o ar ou o solo entende-se como poluição ambiental (FOGLIATTI, et.al. 2004).

Os impactos diretos são listados da seguinte forma:

- **Poluição do ar** – provocadas por elementos como monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxido de nitrogênio, enxofre, ozônio e compostos de chumbo, fuligem e fumaça branca que produzem diversos danos a saúde.
- **Intrusão visual** – crescimento desordenado e com material inapropriado para construção de moradia, modificando a estética visual, assim como a falta de infraestrutura e saneamento básico, que deixam visivelmente esgotos a céu aberto.
- **Alterações climáticas**– decorrente da destruição da vegetação natural levando a alterações no ciclo biológico dos seres vivos e a migração de espécies.

- **Efeitos sobre o solo** – como inundação, erosão, e etc., provocados na maioria das vezes por desmatamento de áreas.
- **Impacto sobre a biota** – provocados por restrições à circulação de animais, modificando características alimentares ou de produção de espécies.
- **Efeitos sobre águas superficiais ou subterrâneas** – provocado pelo direcionamento dos esgotos que é sempre para o corpo hídrico mais próximo ou pela infiltração pelo solo chegando a atingir o lençol freático.
- **Segregação de comunidades** – provocadas pelas construções de rodovias separando a população de uma comunidade.

3.2 Avaliação de Impactos Ambientais

Os impactos ambientais podem ser mensurados através de procedimentos diversos. Segundo Araújo (2015),

A avaliação de impactos ambientais consiste em uma série de procedimentos legais, institucionais e técnico-científicos, com a finalidade de caracterizar e identificar impactos potenciais, além de apontar as melhores formas de mitigação dos impactos causados e visivelmente sobre o meio físico, biótico e antrópico, como: poluição do solo, danos ao relevo, poluição atmosférica pela queima de lixo, redução da biota do solo, redução da biodiversidade nativa, alteração da paisagem e presença de vetores e transmissores de doenças (ARAÚJO, 2015).

A avaliação de impactos ambientais é uma atividade desenvolvida para identificar e prever o impacto de dispositivos legais, políticas, programas, projetos e procedimentos operacionais sobre o meio biogeográfico, a saúde humana e bem-estar do cidadão (LOPES, 2003, apud ARAÚJO, 2015, p. 26).

O estudo de impacto ambiental, de acordo com o (CONAMA Nº 001/86) trata de aspectos importantes como a definição de impactos ambientais, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para o uso e implementação da variação de impacto ambiental, além de definir quais atividades estão sujeitas a elaboração do Estudo de Impacto (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). O RIMA esclarece as diretrizes gerais que esses estudos terão como base. A Lei ainda deixa claro que as despesas e os custos para realização do (EIA/RIMA) serão por parte do requerente. Além de atender à legislação, os princípios e objetivos expressos na Lei

de Política Nacional do Meio Ambiente devem identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais que possivelmente serão gerados nas fases de implantação e operação da atividade na comunidade, sendo assim necessário definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos – conhecida como área de influência do projeto – levando em conta e considerando em todos os casos a bacia hidrográfica na qual se localiza e considerar os planos e programas governamentais, propostos em implantação e sua contabilidade (BRASIL, 1986).

Um estudo de impacto ambiental devolverá um diagnóstico ambiental da área de influência do projeto com uma completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto como: meio físico, biológico e socioeconômico, assim como análise de impactos e prováveis impactos futuros relevantes. (BRASIL, 1986).

De acordo com Fogliatti (2004), o impacto ambiental pode ser caracterizado sob os seguintes aspectos:

a) Valor:

- *Positivo* – quando ele produz um resultado benéfico para um fator ambiental.
- *Negativo* – quando se faz contrário, produzindo um valor maléfico ao Meio Ambiente.

b) Espaço:

- *Local* – quando afeta apenas a área em que a atividade está sendo desenvolvida.
- *Regional* – quando é sentido fora do entorno do projeto.
- *Estratégica* – quando se expande para fora da área de influência.

c) Tempo:

- *Imediato* – quando surge no instante de implantação do projeto.
- *Longo ou Médio prazo* – quando o efeito se manifesta depois de passado um período de tempo de implantação do projeto.
- *Permanente* – quando depois de iniciada a atividade que produz o efeito, este continua.
- *Cíclico* – quando o efeito se manifesta a intervalos de tempo determinados.

d) Reversibilidade:

- *Reversível* – se alguma atividade desenvolvida cessa seu efeito.
- *Irreversível* – quando seu efeito permanece ao longo do tempo.

e) Chance de ocorrência:

- *Determinístico* – quando existe a certeza de ocorrência do mesmo, como consequência direta da ação desenvolvida.
- *Probabilístico* – quando é incerta a sua ocorrência.

f) Incidência:

- *Direto* – quando fica limitado a zona de influência direta e indireta do projeto.
- *Indireto* – quando através de agentes externos, é estendido para fora da zona de influência do empreendimento.

3.3 ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL - FMEA

A utilização da Análise e Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA) é um método bastante utilizado para definir, identificar e antecipar falhas de projetos, incluindo levantamento dos problemas e dificuldade das aplicações do FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*). Atualmente, o FMEA é aplicado em uma variedade de outras áreas, tais como, médica, química e petroquímica, alimentos, desenvolvimento de software e administrativo (LAURENTI et al., 2012). A ferramenta é um modo de avaliação de riscos e especificações em ações de melhoria, assim registrando em um formulário todos os resultados devendo necessariamente ser revisado e atualizado acompanhando todo o ciclo de desenvolvimento.

Uma sessão de FMEA se inicia com a identificação de funções e requisitos de um sistema ou subsistema ou componente ou etapa de um processo conforme o tipo de FMEA (SFMEA, DFMEA ou PFMEA). Esses tipos de FMEA compartilham do mesmo procedimento e visam os mesmos objetivos, por possuírem as mesmas características, acabam por exercer influência um no outro. (BRAND, 2013).

Em seguida são determinados todos os modos de falha concebíveis, e os efeitos e causas de cada modo de falha. Utilizando uma escala de 0 a 10, o grupo multidisciplinar atribui valores à severidade (S) dos efeitos e as probabilidades de ocorrência (O) das causas ou de seus modos. Posteriormente, são listados os

controles atuais de projeto de prevenção e detecção (D) que asseguram a adequação do projeto para o modo de falha e/ou causas considerados, e são atribuídos valores (também numa escala de 0 a 10) para dificuldade de detecção. Então, é feito o projeto, obtendo-se o Índice de Prioridade de Risco. Assim, são propostas ações para eliminar ou detectar os modos de falhas utilizando da metodologia FMEA como uma ferramenta de identificação ou a antecipação de falhas do processo e manutenção que possam gerar impactos ambientais (BRAND, 2013). Ou ainda pode-se limitar seus efeitos, e priorizar as ações que possuem os valores mais altos, finalmente definindo os responsáveis pela implementação das ações recomendadas, bem como os respectivos prazos para execução. (LAURENTI, et al., 2012).

3.3.1 Histórico da FMEA

Esta metodologia nasceu na indústria aeroespacial, em meados dos anos 60, direcionada basicamente para questões de segurança, ou seja, para evitar acidentes e incidentes, que no caso dos equipamentos aeronáuticos, causavam grandes perdas. Com o passar dos anos, as empresas foram adaptando a metodologia FMEA para ser usada como ferramenta na melhoria da qualidade dos produtos, para análise dos processos produtivos e para análise do processo de manutenção, sempre buscando o aumento de sua confiabilidade. (BRAND, et al., 2013).

3.3.2 Definições da FMEA

De acordo com Toledo (2002), a metodologia designada FMEA ou Análise dos Efeitos e Modos de Falhas, é uma ferramenta que busca, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas em potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas oriundas do planejamento e execução de determinado processo. Apesar de ter sido desenvolvida com um enfoque no projeto de novos produtos e processos, a metodologia FMEA, pela sua grande utilidade, passou a ser aplicada de diversas maneiras.

Um dos requisitos para a utilização da ferramenta é que se tenha total conhecimento do que é modo de falha e efeitos. Portanto, para iniciar o estudo foi feito

o uso do dicionário Michaelis (2017), sendo consultados os seguintes termos: MODO, FALHA e EFEITO.

- MODO é a “Forma ou maneira de ser ou manifestar-se uma coisa”; “Maneira ou forma particular de fazer as coisas, ou de falar”; “Maneira de conseguir as coisas; meio, via”.
- FALHA: “Defeito”, “Desarranjo, enguiço” ou “ato ou efeito de falhar”, sendo que FALHAR está descrito como “Não dar o resultado desejado, não ser como se esperava”. Desta forma, pode-se então começar a definir MODO DE FALHA como sendo: “a forma do defeito”, “maneira na qual o defeito se apresenta”, “maneira com que o item falha ou deixa de apresentar o resultado desejado ou esperado”, “é um estado anormal de trabalho, a maneira que o componente em estudo deixa de executar a sua função ou desobedece às especificações”.
- EFEITO: “Resultado produzido por uma ação ou um agente, denominada causa em relação a esse resultado”, “consequência, resultado”, “fim, destino” (MICHAELIS, 2017).

3.3.3 Tipos de FMEA

Segundo Stamatis (2005), existem quatro tipos principais de FMEA, que são eles:

- a) FMEA de sistema (System FMEA): usado para analisar sistemas e subsistemas no início do desenvolvimento do conceito e do projeto (design). Um FMEA de sistema foca nos modos de falhas potenciais, causados por deficiências do sistema, das funções do sistema. Nas análises são incluídas interações entre sistemas e entre elementos (subsistemas) de um sistema.
- b) FMEA de produto (Design FMEA – DFMEA): usado para analisar produtos antes de sua liberação para a fabricação. Um DFMEA foca em modos de falha causados por deficiências de projeto do produto (design).
- c) FMEA de processo (Process FMEA – PFMEA): usado para analisar processos de fabricação e montagem. Um PFMEA é focado em modos de falha causados por deficiências de processo de fabricação ou montagem.

- d) FMEA de serviço (Service FMEA): usado para analisar serviços antes de eles chegarem ao consumidor. Um FMEA de serviço foca em modos de falha (tarefas, erros, enganos) causados por deficiências do sistema ou do processo.

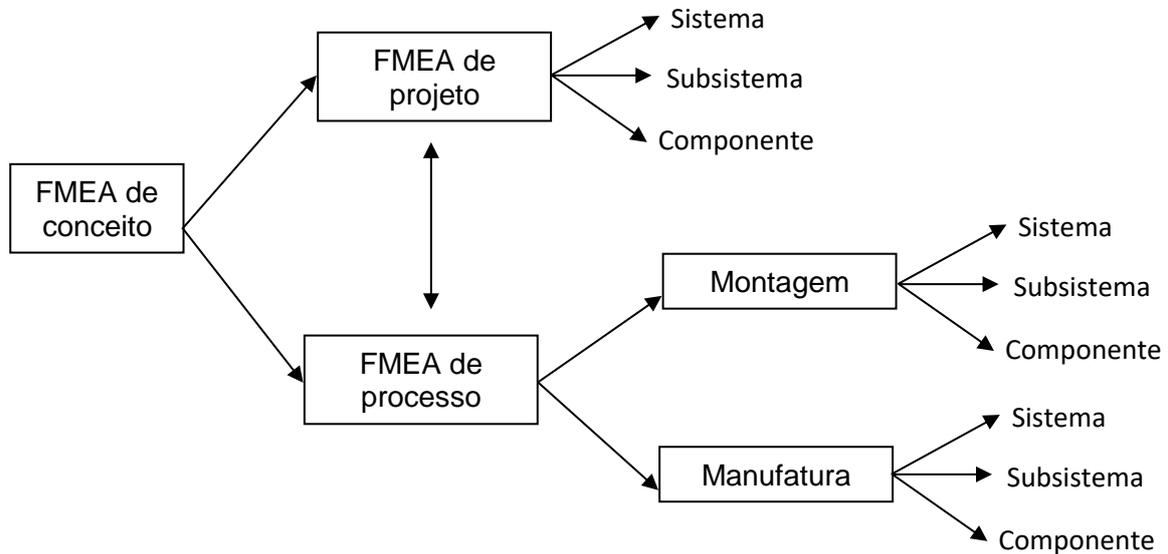


Figura 1 – Categorias de FMEA FORD (1997 apud SAKURADA, 2001)

3.3.4 Metodologia da FMEA

O FMEA é um método direcionado para quantificação dos efeitos das possíveis falhas, permitindo prioridades para agir. Assim, verificamos que o FMEA pode ser uma ferramenta usada na busca de um processo mais eficiente e eficaz, com menos falhas e impactos ao meio ambiente. É fundamental também que na avaliação de riscos ambientais do processo haja sempre uma retroalimentação do FMEA a partir de experiências acumuladas. O método exige, em partes, uma rotina de aprimoramento contínuo, que é a base para um sistema de gestão bem-sucedido em todos os processos.

Para a análise dos riscos ambientais, o FMEA constitui um método simples para avaliar possíveis impactos ambientais segundo uma escala de severidade que pode ser customizada, permitindo assim medidas preventivas ou corretivas para minimizar ou evitar a ocorrência de danos ao meio ambiente. Vale ressaltar que é necessário observar o correto preenchimento da FMEA, devendo seguir alguns critérios para que o grupo de pessoas responsáveis pela execução da ferramenta

devam conhecer o processo de desenvolvimento para que as informações inseridas no formulário sejam realmente confiáveis. Além disso, quanto maior o grau de detalhamento, maiores serão as possibilidades de controle e acompanhamento na prevenção das principais falhas. Para preenchimento dos itens de severidade, ocorrência e detecção, deve-se observar cuidadosamente qual o índice mais adequado para cada falha e sua respectiva causa, valendo-se da escala definida para cada item.

O método utiliza diversas tabelas tomadas como base para preenchimento e avaliação do tema em estudo. As tabelas a seguir apresentam, por exemplo, um formulário FMEA para manutenção, seguido de valores tabulados que definem escalas de prioridades de acordo com o padrão FMEA.

Tabela 1 – Representação do formulário FMEA para manutenção

ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL – FMEA PARA MANUTENÇÃO																		
MÁQUINA:		TAG Nº.:			Responsável:				Telefone:									
Data início:		Revisão:			Preparado por:				FMEA cod:									
Equipe:																		
Descrição do Componente da Máquina	Função do Componente	Modo de Falha Potencial	Tipo de Falha (Mecânica/Elétrica)	Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) das Falha(s)	Efeito(s) Potencial das Falha(s)	Criticidade				Ações recomendadas	Respon-sável	Prazo	Resultado das ações					
						S E V E	O C O R	D E T E	N P R				Ações tomadas	S E V E	O C O R	D E T E	N P R	
Descritivo do componente e da máquina objetivo da análise – Exemplo: rolamento, eixo, cilindro...	Função e/ou características que devem ser atendidas pelo componente em análise	Forma e modo como as funções podem deixar de serem atendidas	Tipo de falha – basicamente Mecânica ou elétrica	Causas e condições que podem ser responsáveis pelo tipo de falha em potencial	Efeitos – consequência do tipo de falha, sobre o sistema/processo. Exemplo: Parada, Produção Acidentada, etc.	Índice S de avaliação da seriedade da falha no processo.	Índice O de avaliação da probabilidade da falha ocorrer.	Índice D de avaliação da facilidade de detecção da falha.	Resultado da Multiplicação – $S \times O \times D = NPR$	Ações recomendadas para diminuir o risco da falha ocorrer.	Responsável pelas ações	Prazo para conclusão das ações	Litas as ações concluídas	Nova análise do NPR após a conclusão das ações recomendadas.				

Fonte: Brand, et al., 2013.

Tabela 2 – Representação da escala típica FMEA tradicional para a definição de prioridades.

Índice	Severidade	Ocorrência	Detecção
1	Mínima – a população mal percebe que a falha ocorreu.	Remota – dificilmente ocorre a causa que leva à falha	Muito Grande – Certamente será detectado
2 3	Pequena – ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento da população.	Pequena – ocorre a causa da falha em pequena escala	Grande – Grande probabilidade de ser detectado
4 5 6	Moderada – deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento da população.	Moderada – às vezes ocorre a causa que leva a falha	Moderada – Provavelmente será detectada
7 8	Alta – o sistema deixa de funcionar e há grande descontentamento da população.	Alta – ocorre a causa da falha com certa frequência	Pequena – Provavelmente não será detectada
9 10	Muito alta – idem ao anterior, porem afeta a segurança.	Muito alta – ocorre a causa das falhas em vários momentos	Muito Pequena – Certamente não será detectada

Fonte: Brand et al., 2013.

3.3.5 Número de Prioridade de Risco (NPR)

O Número de Prioridade de Risco é o índice resultado do produto do índice de ocorrência, de severidade e detecção. Este valor define a prioridade da falha. É usado para ordenar (classificar) as deficiências do sistema.

Muitos autores propõem discutir a respeito do FMEA, mas na verdade se referem ao FMECA. MOHR (1994 apud SAKURADA, 2001) apresenta a diferença entre FMEA e FMECA da seguinte maneira:

$$\text{FMECA} = \text{FMEA} + C \quad (1.1)$$

$$\text{onde, } C = \text{Criticalidade} = (\text{Ocorrência}) \times (\text{Severidade}) \quad (1.2)$$

O índice Ocorrência é usado para avaliar as chances (probabilidade) da falha ocorrer, enquanto que a Severidade avalia o impacto dos efeitos da falha, a gravidade dos efeitos. Todos os autores relacionam a severidade aos efeitos dos modos de falha. No entanto, a Ocorrência é relacionada, dependendo do autor, ao modo de falha ou às causas do modo de falha. Existe ainda outra métrica do FMECA, que se chama índice de detecção das falhas, figura 2. Este também é relacionado aos modos de falha ou às causas do modo de falha. Em muitos trabalhos, não fica claro se estamos

relacionando os índices ao modo de falha ou às causas do modo de falha, sendo encontrado frequentemente questões como:

- Quais são as chances de a falha ocorrer? - Quais são as chances de se detectar a falha antes que ela alcance o cliente? Afinal, as duas questões referem-se ao modo de falha ou às causas da falha? Esta questão foi observada por PALADY (1997 apud SAKURADA, 2001) e este afirma que, independente da abordagem, os resultados obtidos são os mesmos. As duas abordagens estão ilustradas na Figura 2.

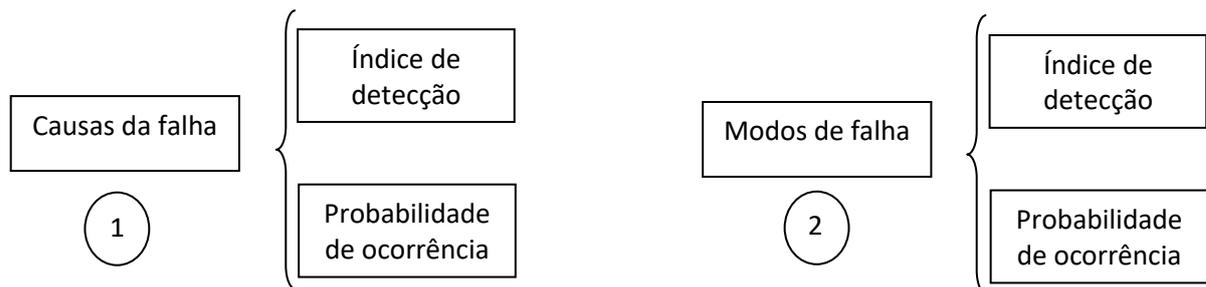


Figura 2 – (1) Índices baseados nas causas. (2)

No FMECA é calculado o Número de Prioridade de Risco (NPR) sendo que em algumas abordagens o valor é atribuído ao modo de falha e em outras a cada causa do modo de falha. A expressão abaixo é bastante similar à expressão para o cálculo da criticalidade (1.3), diferenciando apenas pela parcela de detecção.

$$\text{NPR} = \text{Ocorrência} \times \text{Severidade} \times \text{Detecção} \quad (1.3)$$

Detecção é um valor que mostra a eficiência dos controles de detecção da falha (modo de falha ou causa do modo de falha). Quanto maior for o valor atribuído ao índice de detecção significa que maior será a dificuldade de detectar a falha. A seguir são apresentados exemplos de tabelas utilizadas para estimar os índices de severidade, ocorrência e detecção.

Tabela 3- Probabilidade de ocorrência.

Probabilidade de ocorrência	Chances de ocorrência	Escore
Remota	0	1
Baixa	1/20.000	2
	1/10.000	3
Moderada	1/2.000	4
	1/1.000	5
	1/200	6
Alta	1/100	7
	1/20	8
Muito alta	1/10	9
	1/2	10

Fonte:SAKURADA, 2001

Tabela 4- Severidade dos efeitos.

Severidade'	Escore
A população provavelmente não tomara conhecimento	1
Leve aborrecimento	1-2
Insatisfação da população	4-6
Alto grau de insatisfação	7-8
Atinge as normas de segurança	9-10

Fonte:SAKURADA, 2001

Tabela 5- Índice de detecção das falhas.

Probabilidade de não detectar a falha	Probabilidade (%) de um defeito individual alcançar o cliente	Escore
Remota	0-5	1
Baixa	6-15	2
	16-25	3
Moderada	26-35	4
	36-45	5
	46-55	6
Alta	56-65	7
	66-75	8
Muito alta	76-85	9
	86-100	10

Fonte:SAKURADA, 2001

3.3.6 Vantagens da Aplicação da Ferramenta FMEA

Diversos autores têm discutido o FMEA, apresentando ganhos e vantagens decorrentes da aplicação do mesmo, adaptações em função do uso pretendido ou de limitações identificadas no método. Iniciar o FMEA na fase de projeto não garante que todas as falhas dos processos seguintes do desenvolvimento do produto serão evitadas. Segundo Souza (2000 apud SAKURADA 2001) devido à complexidade e dificuldade de prever as falhas, algumas podem ocorrer em campo. Conseqüentemente, o feedback de campo também é uma das etapas muito importantes em um programa de confiabilidade. Latino (1996 apud SAKURADA, 2001) propõe uma abordagem modificada de FMEA, em sua obra é possível perceber a importância dos históricos do produto colhidos durante a fase do uso, resultando em reduções no tempo gasto para o desenvolvimento do FMEA, redução do número de pessoas envolvidas e dos custos.

Além dos aspectos expostos, para Braglia (2000 apud DEGEN, BORCHARDT, PEREIRA e SILLITO, 2010), são também vantagens do FMEA: (i) a visibilidade das informações que constam em um FMEA torna-o facilmente entendido por todos os participantes do grupo multidisciplinar de FMEA; (ii) o FMEA, se visto como um procedimento sistemático, gera uma base de dados facilmente gerenciada com auxílio do software EXCEL e que sustenta a manutenção do histórico do desenvolvimento do produto ou do processo; (iii) o FMEA auxilia na identificação das fraquezas do processo de desenvolvimento de produtos e de processos possibilitando ajustes nos procedimentos; (iv) a atenção e priorização das ações fica claramente estabelecida e focada em poucos componentes ou processos; (v) a partir das informações do FMEA, podem ser estabelecidos procedimentos, controles e registros necessários no desenvolvimento de produtos e no processo produtivo, recomenda-se que estes sejam integrados ao sistema de gestão da qualidade.

3.3.7 Infraestrutura: Características Básicas

Com relação aos “equipamentos urbanos e comunitários” deve ser dada especial atenção à diversidade de dispositivos de infraestrutura que podem sofrer impactos, tais como: vias públicas; serviços públicos de coleta, tratamento e disposição de resíduos sólidos e líquidos; redes públicas de abastecimento de água e

drenagem urbana; redes de serviços como energia elétrica, telefonia e iluminação pública; disponibilidade de serviços particulares; questões relacionadas à segurança; e demanda por estacionamento (Lollo & Röhm, 2005).

Para uma melhor definição de Infraestrutura, foi consultado o Estatuto da Cidade – Dispositivos Constitucionais, do Senado Federal (Brasília, 2008):

§ 5o A infraestrutura básica dos parcelamentos é constituída pelos equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação.

§ 6o A infraestrutura básica dos parcelamentos situados nas zonas habitacionais declaradas por lei como de interesse social (ZHIS) consistirá, no mínimo, de:

- I. vias de circulação;
- II. escoamento das águas pluviais;
- III. rede para o abastecimento de água potável; e
- IV. soluções para o esgotamento sanitário e para a energia elétrica domiciliar.

Abaixo, são listadas definições simples, baseadas em diversos autores, sobre os setores constituintes de uma infraestrutura adequada:

- **Pavimentação**

De acordo com Bandeira e Floriano (2004), são estruturas complexas que tem como objetivo principal servir como via de transporte terrestre para pessoas e cargas. Por outro lado, as rodovias representam um dos maiores males da civilização quanto aos impactos sobre o ambiente natural; causam problemas, também, ao próprio meio antrópico. Mas se faz necessário para o desenvolvimento e bem-estar socioeconômico da comunidade uma vez que iria facilitar o acesso e a locomoção dos transportes públicos onde a comunidade poderia passar a ter esse benefício. Além de facilitar serviços como aspectos da ocupação, sociodemográficos, saúde, educação, econômicos, emprego, renda e paisagísticos, etc., melhorando a qualidade de vida das concentrações populacionais na área de influência.

- **Transporte Público**

O transporte passou a fazer parte da Constituição Federal como um direito social. Além de ser um serviço primordial para o funcionamento das cidades, auxilia desde o deslocamento de estudantes até a procura de atendimento médico (Revista NTU, 2015). Há uma carência e precariedade naquela localidade por parte do sistema de transporte público, o que facilitaria a locomoção dos habitantes daquela área para outros bairros, escolas, postos de saúde, centro da cidade e etc., já que é visível ainda a falta de condições por parte dos moradores daquela localidade de possuir um transporte próprio.

- **Iluminação Pública**

De acordo com Lollo e Röhm (2008), a iluminação pública auxilia no que se diz respeito a paisagem urbana, valorizando devidamente a proteção e segurança de componentes do meio físico e social, auxiliando na qualidade de vida da população residente na área e suas proximidades.

- **Segurança**

O Estatuto da Cidade (2008), afirma que:

É direito de todos e são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança.

Parágrafo único. Para todos os efeitos, esta Lei, denominada Estatuto da Cidade, estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

- **Esgoto**

O sistema de drenagem se torna um dos mais sensíveis problemas do processo de urbanização, tanto na parte de esgotamento das águas pluviais quanto em razão da interferência com os demais sistemas de infraestruturas, além de que, com a retenção da água na superfície do solo, surgem diversos problemas que afetam diretamente a saúde e a qualidade de vida da população FUNASA (2004 apud Nascente e Ferreira, 2007). Nascente e Ferreira (2007), afirmam ainda que a ausência do tratamento adequado do esgoto traz transtornos à população quando causa o

aparecimento de alagamentos e inundações, facilita também o aparecimento de doenças e a proliferação dos mosquitos tornando assim um maior risco às pessoas tanto do entorno como também as demais proximidades.

- **Disposição de Lixo inadequado**

De acordo com Cunha (2002), em tempos mais recentes, a quantidade de lixo gerada no mundo tem sido grande e seu mau gerenciamento, além de provocar gastos financeiros significativos, pode provocar graves danos ao meio ambiente e comprometer a saúde e o bem-estar da população. A destinação final inadequada dos resíduos pode levar à contaminação do ar, da água, do solo e à proliferação de vetores nocivos à saúde humana. A figura 3 abaixo, sugere uma correta destinação ao resíduo sólido, de acordo com Cunha (2002).

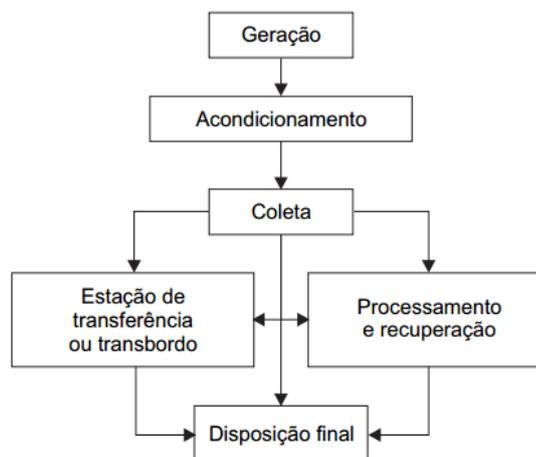


Figura 3: Processo de coleta de resíduos sólidos e suas inter-relações.

- **Criação de animais não domésticos**

Os animais podem ser grandes transmissores de doenças. Eles são atraídos por entulhos de lixo, pelo fato de no local, não existir o alimento adequado para sua ingestão. A presença de animais não domésticos acarreta em problemas sanitários e ambientais uma vez que o lixo pode ser espalhado, facilitando a atração de vetores e roedores, além de não estar acondicionado de forma adequada. Assim como sua defecação pode ser um transmissor de doenças. De acordo com Ribeiro e Rooke (2010), as populações animais portadoras de doenças apresentam um risco à saúde pública. A transmissão de doenças dos animais para o homem pode se dar de forma direta, indireta ou através de vetores, que são seres vivos capazes de transferir um agente infeccioso de um hospedeiro a outro.

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de Estudo

Este trabalho de pesquisa caracteriza-se como sendo um estudo de campo, exploratório, descritivo e explicativo, numa rua localizada na cidade de Caruaru – PE, com o objetivo de explorar a rua em questão para observar, registrar e analisar de modo qualitativo e por meio visual os possíveis impactos ambientais gerados pela ocupação desordenada da rua supracitada, devido à falta de infraestrutura na ocupação decorrente da não geração de projetos e obras estruturantes, bem como do não acompanhamento e da falta de melhoria do local por meio do poder público, aprofundando o conhecimento da realidade e explicando a razão/causas do surgimento dos impactos.

4.2 Local do Estudo

A Rua da Lata está localizada no Bairro Universitário, no município de Caruaru – PE, nas proximidades do cemitério Parque dos Arcos e dos Loteamentos Quintas da Colina I e II, tendo como principal acesso a PE – 095, sentido Riacho das Almas. Essa comunidade originou-se por volta dos anos 80, quando os primeiros moradores começaram a construir suas residências usando papelão e latas de querosenes. Hoje já existem casas de alvenaria, mas com aspectos ainda inadequados por falta da infraestrutura necessária.

A Figura 4 apresenta a imagem de satélite da rua avaliada, através do uso de sistema de informação geográfica (SIG). A partir da imagem, incorporamos à análise e um refinamento, que permite uma avaliação mais precisa da área que a rua da Lata ocupa, tendo uma visão geral e completa, que permite uma avaliação do impacto dos fatores ambientais a qual tal rua está exposta, assim como o bairro que lhe cerca, o que “implica” para tais fatos. É nítido que não só em Caruaru, cidade onde se localiza o rua em estudo, mas no Brasil é possível perceber de forma nítida que apenas alguns grupos obtiveram os benefícios da urbanização desde o século passado percebendo-se que a exclusão social não se refere apenas ao acesso restrito ao consumo material,

mas também ao difícil acesso aos serviços públicos, e a maior vulnerabilidade ao ambiente, constatando-se assim quais grupos de indivíduos ocupam áreas periféricas e de maior risco, através das comparações das características sociodemográficas da população dentro da malha urbana. A população que reside na rua supracitada é de baixa renda e não tem acesso direto aos serviços básicos de infraestrutura como saneamento, transporte público, pavimentação, educação ou saúde.



Figura 4: Imagem de satélite da rua da Lata.
Fonte: Google Earth.

4.3 FMEA e ISO 14001

Pretende-se por meio deste trabalho utilizar a metodologia FMEA adaptada para utilização como uma ferramenta de identificação e/ou a antecipação de falhas no processo de infraestrutura de uma localidade que possam gerar impactos ambientais. Para aprimoramento de tal ferramenta utiliza-se também como parâmetro, informações obtidas por meio da ISO 14001 que é uma ferramenta de identificação, priorização e gerenciamento de riscos ambientais. A norma tem como objetivo prover as organizações de tais elementos, de forma eficaz para que possam ser integrados a outros requisitos da gestão e auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos.

4.4 Metodologia FMEA

Para definição dos passos a seguir, serão utilizadas tabelas baseadas na autora SEIFFERT, 2008.

Tabela 6 –Classificação do Impacto Ambiental de acordo com a Situação Operacional

Situação Operacional	Descrição	Exemplo
Normal (N)	Associados à rotina diária, inclusive Manutenção	Geração de resíduos sólidos na operação da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)
Anormal (A)	Associados a operações não rotineiras (reformas de instalações, manutenções)	Manutenção do lavador de gases
Emergencial (E)	Associados a situações não planejadas, de emergências (vazamentos, derramamentos colapso de estruturas, instalações, incêndios, explosões, etc.) inerentes à atividade/operação que possam causar impacto ambiental.	Resíduos oleosos no tanque de combustível.

Fonte: SEIFFERT, 2008.

Tabela 7 – Classificação do Impacto Ambiental de acordo com a Magnitude

Análise da Magnitude	Pontos
O impacto não é gerado ou se gerado, pode atingir o perímetro da planta.	1
O impacto se gerado pode atingir o perímetro de até 3 km da planta	3
O impacto se gerado pode atingir área além dos 3 km.	5

Fonte: SEIFFERT, 2008.

Tabela 8 – Classificação do Impacto Ambiental de acordo com a Severidade

Análise da Severidade	Pontos
O impacto não gera danos ambientais	1
O impacto pode gerar danos ambientais, porém reversíveis.	3
O impacto pode gerar danos ambientais graves ou irreversíveis.	5

Fonte: SEIFFERT, 2008.

Tabela 9 – Classificação do Impacto Ambiental de acordo com a Frequência / Probabilidade

Análise da Frequência / Probabilidade	Pontos
Não gera impacto ou não há probabilidade de ocorrência em 25 anos.	1
O impacto é gerado descontinuamente.	3
O impacto é gerado continuamente.	5

Fonte: SEIFFERT, 2008.

Tabela 10 – Classificação do Impacto Ambiental de acordo com a Legislação Ambiental e Regulamentos

Legislação Ambiental e Regulamentos	Pontos
Quando não há requisito legal.	1
Quando não há requisito normativo ambiental, porém existe outras legislações consideráveis (por exemplo, trabalhista).	3
Quando o requisito está especificado na Lei Ambiental	5

Fonte: SEIFFERT, 2008.

Tabela 11 – Classificação do Impacto Ambiental de acordo com a Preocupação do Público

Preocupação do Público	Pontos
Remota: pouco percebível.	1
Latente: existe evidências/ possibilidades de que o público possa a vir se manifestar.	3
Manifestada: o público local já manifestou sua preocupação sobre fatos semelhantes.	5

Fonte: SEIFFERT, 2008.

4.5 Metodologia FMEA na Avaliação de Impactos Ambientais

- Identificação dos possíveis impactos ambientais na Rua da Lata, Caruaru – PE, através de visitas ao local, observando características do comportamento dos moradores, os quais causaram impactos ambientais.
- Análise de Modo de Falhas e Efeitos (AMFE) para identificação de impactos ambientais.
- Caracterização dos aspectos/impactos ambientais através da situação operacional (normal, anormal ou emergencial);

- Classificação da magnitude do impacto ambiental (extensão do impacto); da severidade; da frequência; de acordo com a Legislação ambiental e da preocupação do público; pontuando esses aspectos tabulados pela FMEA (em anexo);
- Avaliação do impacto ambiental através da soma dos pontos referentes à classificação acima (magnitude + severidade + frequência + legislação + público);
- Classificação final de acordo com a relevância FMEA (grande, média e pequena relevância).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da análise qualitativa realizada na rua da Lata é possível verificar que o processo de urbanização desordenada e o crescimento populacional no município de Caruaru não foi acompanhado de um planejamento urbano, sendo um típico exemplo de inchaço populacional em locais e cidades não preparadas, fazendo surgir favelas em áreas insalubres sujeitas a condições de risco, principalmente no que diz respeito a saúde e bem-estar da sociedade.

A Figura 5 apresenta uma imagem de satélite modificada, onde é possível ter uma visualização ampla e detalhada de cada área que envolve a rua em estudo.



Figura 5: Imagem de satélite da rua da Lata discriminando áreas.
Fonte: Google Earth, 2017.

LEGENDA:

- | | |
|---|--|
| 1- Rua da Lata; | 5- Vegetação local, por traz da rua da Lata; |
| 2- Esgoto a céu aberto; | 6- Bairro vizinho, São João da Escócia; |
| 3- Local de deposição de resíduos para reciclagem; | 7- Terrenos e loteamentos baldios. |
| 4- Local de disposição de resíduos da construção civil; | |

Na Figura 6 é possível verificar uma visão geral da rua da Lata constatando-se por meio visual a precariedade da infraestrutura sob diversos aspectos: não pavimentação da rua, criação de animais não domésticos, falta de iluminação pública e presença de terreno baldio.



Figura 6: Visão geral da rua da Lata
Fonte: Próprio autor, 2017.

A falta de infraestrutura nas localidades de pequeno e grande porte, e em particular na rua da Lata, vem propiciar a disposição inadequada de resíduos, o despejo de esgoto e a criação de animais em locais impróprios, deixando indivíduos e ambiente mais vulneráveis a impactos negativos de ordem social e ambiental, além disso os indivíduos residentes nesta localidade não possuem poder aquisitivo para habitar em condições de menor risco.

Um planejamento da infraestrutura, que compreenda os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a coleta e disposição de resíduos sólidos, a drenagem urbana e o controle de vetores iria propiciar um ambiente digno para os moradores da comunidade da rua da Lata, amenizando assim os impactos sobre o meio ambiente e sobre a saúde pública.



Figura 7: Falta de pavimentação e acondicionamento inadequado de material de reciclagem.
Fonte: Próprio autor, 2017.

Verifica-se na figura 7, a falta de pavimentação da rua, o que prejudica o acesso ao local e movimentação dos moradores para qualquer atividade, principalmente em períodos chuvosos, facilitando a formação enormes poças de águas da chuva, lama e esgoto. O surgimento de animais peçonhentos que vivem nas vegetações que rodeiam a rua, adentrem os quintais ou até mesmo as residências dos moradores, por falta de comprometimento da prefeitura de designar uma equipe para fazer a atividade de capinação de alguns terrenos e loteamentos “abandonados”.



Figura 8: Descarte inapropriado de resíduos domésticos.
Fonte: Próprio autor, 2017.

A prefeitura do município não realiza coleta de lixo na rua da Lata. Fica evidenciado na figura 8 que os moradores fazem o descarte de seus resíduos domésticos ou de qualquer tipo nos terrenos baldios próximos às residências, sem qualquer preocupação com o meio ambiente ou problemas futuros que essa atividade possa causar.



Figura 9: Acondicionamento de materiais para reciclagem.
Fonte: Próprio autor, 2017.

Na figura 9, pode-se verificar o local de deposição de materiais para reciclagem. Foi observado que a principal atividade dos moradores da localidade para sobrevivência é a coleta seletiva. Os moradores recolhem material reciclável (papelão, plástico, garrafas PET, alumínio, latas de bebidas, etc.) nos logradouros do município, porém a maneira a qual tratam o material de reciclagem não é adequada, pelo simples fato de que a triagem, o manejo e o acondicionamento é realizado a céu aberto.

Esse material precisa estar em um local fechado e coberto, de forma que impeça a entrada de animais peçonhentos, aves, pessoas. O correto acondicionamento impede, inclusive, o acúmulo de água da chuva, que contribui muito com agravantes problemas ambientais e de saúde, como a proliferação do mosquito *aedes aegypti* que transmite doenças como a zika, a dengue, a febre amarela e a Chikungunya.

Como sendo a única forma de sobrevivência da maioria das famílias que ocupam o espaço, é preciso existir uma conscientização do uso do espaço, políticas públicas e oferecimento de infraestrutura adequada pelo poder público, para o correto manejo desse material.



Figura 10: Disposição inadequada de resíduos da construção civil.
Fonte: Próprio autor, 2017.

Tendo em vista o não desenvolvimento do bairro é notório o descarte de resíduos da construção civil. A figura 10 evidencia atividades rotineiras do descarte de resíduos de construção civil nas imediações da rua em estudo, sem levar em consideração os impactos ambientais e sociais que o descarte desses materiais pode vir a gerar na comunidade.



Figura 11: Canalização de esgoto do bairro vizinho, que percola até a rua da Lata.
Fonte: Próprio autor, 2017.

Por conta da falta de infraestrutura no bairro de São João da Escócia, principalmente na região localizada próximo à rua da Lata. Consta-se na Figura 11 a presença de um canal de esgoto inadequado que vem do bairro São João da Escócia, vizinho à comunidade da rua da Lata. O esgoto percorre, por gravidade, do início ao final da rua a céu aberto, chegando até a rua da Lata, sem manutenção e nem critérios para que seja despejado qualquer tipo de resíduo – pneus, capacetes, latas de alimentos, embutidos e resto de veículos, entre outros, descartados pela população.



Figura 12: Encanação de esgoto doméstico sendo direcionado para a rua.
Fonte: Próprio autor, 2017.

Percebe-se por meio da figura 12 que até os esgotos domésticos são dispostos de forma inadequada e a céu aberto em frente às residências, tudo isso decorrente da maneira como o espaço urbano é ocupado e pela não consideração dos impactos negativos que a inadequada ocupação do solo pode trazer à população. Esta situação tem sido cada vez mais visível neste ambiente devido ao crescimento de forma desordenada e caótica, sem uma adequada estrutura física e de planejamento urbano, gerando assim áreas altamente vulneráveis, avolumando ainda mais os problemas ambientais e colocando em risco a saúde e a própria sobrevivência da população.



Figura 13: Esgoto a céu aberto.
Fonte: Próprio autor, 2017.

A figura 13 apresenta uma típica contaminação direta do solo: o esgoto doméstico infiltra no solo chegando a atingir o lençol freático que vem a ser contaminado, logo alterando as características físicas e químicas do solo e das águas subterrâneas de formas distintas. Porém, essas alterações podem ser refletidas tanto nas águas subterrâneas quanto nas superficiais com a infiltração.

Quando há o excesso de infiltração de água contaminada, o solo passa a ter um comportamento saturado e essa água contaminada passa a escoar superficialmente o que vai facilitar o contato direto da população a uma série de problemas ambientais, sociais e de saúde.



Figura 14: Falta de encanação de águas pluviais. Poças de água.
Fonte: Próprio autor, 2017.

A falta de infraestrutura causa um impacto direto como pode ser observado na Figura 14, onde constata-se a presença de poças de água mesmo em tempo de seca. O fato de não ter um saneamento adequado e uma drenagem para os esgotos causa situações como essa. Tais serviços seriam básicos para o mínimo bem-estar de uma

comunidade, livrando-os de situações indesejáveis como doenças, proliferação de vetores e roedores e de mosquitos.



Figura 15: Afloramento do lençol freático.
Fonte: Próprio autor, 2017.

Na figura 15 podemos constatar um acúmulo de água, decorrente de um possível afloramento do lençol freático, com a presença de uma água aparentemente limpa e com existência de espécies aquáticas, o que vale destacar, que estas fotos foram tiradas no período de seca na região, entre agosto/2016 e março de 2017. Segundo Nascente e Ferreira (2007), o período de seca é o período em que o lençol freático se encontra mais profundo, mesmo assim foi possível observar o afloramento das águas subsuperficiais.

5.1 Aplicação da Ferramenta FMEA – TABELA

A aplicação da ferramenta FMEA, através da tabela abaixo, permite identificar os principais fatores da falta de infraestrutura da Rua da Lata e como a ausência dessa infraestrutura – pavimentação, iluminação pública, saneamento público, acondicionamento de material para reciclagem, depósito de material de construção civil, disposição inadequada do lixo (falta de coleta) – podem impactar o meio ambiente e a vida dos moradores da localidade.

Tabela 12: FMEA para determinação de Impactos Ambientais na rua da Lata.

ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL – FMEA PARA AIA															
LOCAL: Rua da Lata – Caruaru – PE				TAG Nº.:			Responsável: Emília Juliana			Telefone:					
Data início: Ago, 2016				Revisão:			Preparado por: Emília Juliana			FMEA cod:					
Aspecto	Caracterização						Impacto	Meio Físico, Antrópico ou Biótico	A	S	P	PI	L	R	Controles Operacionais
	A	P	F	N	A	E									
Pavimentação	X			X			- Falta de acesso da coleta de lixo - Deslocamento de indivíduos - Poeira - Transmissão de doenças	F/A	5	3	5	1	3	M	Impacto significativo
Esgoto a céu aberto	X			X			- Contaminação do solo - Contaminação do lençol freático	B	5	5	5	1	5	G	Impacto significativo
Acondicionamento de material para reciclagem	X			X			- Possível acúmulo de água, criadouro de mosquito	A	3	3	5	1	5	M	Impacto significativo
Disposição de material de construção civil	X			X			- Poluição	A	3	3	5	1	5	M	Impacto significativo
Ausência de Saneamento	X			X			- Surgimento de doenças	F/A	5	5	5	1	5	G	Impacto significativo
Ausência de iluminação pública	X			X			- Insegurança - Falta de qualidade de vida	F/A	3	3	5	1	3	M	Impacto significativo
Disposição inadequada de lixo	X			X			- Doenças - Poluição do solo - Poluição do lençol freático	A	5	5	5	1	5	G	Impacto significativo

Fonte: Adaptada de Seiffert (2008).

LEGENDA (Seiffert, 2008):

CARACTERIZAÇÃO:

A – ATUAL
P – PASSADO
F – FUTURO

CONDIÇÕES DE

OPERAÇÃO:
N – NORMAL
A – ANORMAL
E – EMERGENCIAL

IMPACTO:

A – ABRANGÊNCIA
S – SEVERIDADE
P – PROBABILIDADE
L – LEGISLAÇÃO
R – RELEVÂNCIA

PONTUAÇÃO (Seiffert, 2008):

- Com relação à severidade:
 - 3 – O impacto pode gerar danos ambientais, porém reversíveis;
 - 5 – O impacto pode gerar danos ambientais, porém irreversíveis;
- Com relação à probabilidade:
 - 3 – O impacto é gerado descontinuamente.
 - 5 – O impacto é gerado continuamente.
- Com relação às partes interessadas:
 - 1 – Remota: pouco perceptível pelo público.
- Com relação à legislação:
 - 3 – Quando não há requisito normativo ambiental, porém existe outras legislações consideráveis.
 - 5 – Quando o requisito está especificado na Lei Ambiental.
- Com relação à relevância:

M – MODERADO

G – GRANDE

Os resultados apresentados na tabela 12, levam a inferir o quão grande pode ser o impacto que uma ocupação desordenada e a falta de infraestrutura podem acarretar, pelo simples fato de existir probabilidade de danos irreversíveis ao meio ambiente. Foi observado também que o impacto é causado de forma contínua não só pelos moradores, mas pelos bairros vizinhos e pelo poder público. Seiffert (2008) prioriza uma classificação de relevância. Tal classificação para fins desse estudo, direciona o poder público para os fatores que devem ter imediata intervenção. A classificação é a que segue:

- 20 – 25 pontos: relevância grande;
- 15 – 19 pontos: relevância média;
- < 15 pontos: relevância pequena.

O quadro 12 apresenta os seguintes resultados:

- Pavimentação: 17 pontos – relevância média;
- Esgoto à céu aberto: 21 pontos – relevância grande;
- Acondicionamento de material para reciclagem: 17 pontos – relevância média;
- Material de construção civil: 17 pontos – relevância média;
- Disposição inadequada de lixo: 21 pontos – relevância grande.

Assim, de acordo com a ferramenta FMEA, as atividades prioritárias que merecem imediata atenção da comunidade e do poder público são o esgoto à céu aberto e a disposição inadequada de lixo. É perceptível também, que nenhuma das atividades possui relevância pequena, ou seja, em algum momento todas as atividades devem ser verificadas.

5.2 Atividades Mitigadoras

De acordo com critérios de classificação de impactos da Resolução do CONAMA nº 1, e da NBR ISSO 14001 – Sistemas de Gestão Ambiental, verifica-se a defasagem acarretada ao meio ambiente, com a ocupação dos moradores na rua da Lata, sob diversos aspectos: existem impactos diretos e indiretos, de curto e longo prazo, reversíveis e irreversíveis, negativos e permanentes no local.

A implementação de medidas destinadas para reduzir os efeitos indesejáveis de uma ação proposta sobre o ambiente é chamada de medida mitigadora. Esse tipo de medida pode ser preventivo ou corretivo. Para o caso da rua da Lata, será necessária uma medida corretiva, haja vista a ocupação indevida pelos moradores, bem como suas atividades de despejo de lixo e manuseio incorreto de material para reciclagem.

Com uma breve leitura da legislação vigente acerca dos impactos ambientais NBR ISO 14001 (2004), o trabalho desenvolvido pelo poder público com políticas de conscientização e oferecimento de infraestrutura mínima de sobrevivência, é possível diminuir os danos causados pela ocupação indevida da rua da Lata:

- Fornecimento de saneamento básico;
- Estruturação do canal para escoamento de esgoto do bairro vizinho;
- Realização de coleta regular de lixo doméstico;
- Atividades de educação e sensibilização junto à comunidade para que sejam diminuídos os impactos negativos com suas atividades econômicas – triagem, manuseio e acondicionamento de resíduos para reciclagem;
- Prestar acompanhamento aos moradores durante todas as ações implementadas, com políticas públicas.

É de fundamental importância a participação da comunidade durante a execução de todas as ações do poder público.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo abrange a falta de infraestrutura de uma rua localizada na cidade de Caruaru – PE e que é totalmente esquecida pelo poder público. Utilizando uma ferramenta já existente em outras áreas de conhecimento, a FMEA foi adaptada para avaliar os impactos que a falta de infraestrutura pode gerar para uma comunidade e também para o meio ambiente. A FMEA é uma ferramenta de análise de riscos que consiste em identificar os modos de falhas e efeito dos componentes de um sistema, para o meio ambiente e para o próprio componente. Com esta ferramenta é possível estimar as taxas de falhas, e determinar os efeitos que poderão advir, para a partir daí, estabelecer mudanças a serem realizadas para aumentar a probabilidade de um sistema ou equipamento funcionar de maneira satisfatória e segura.

A adaptação da ferramenta FMEA para utilização na avaliação de impacto ambiental em municípios, bairros e logradouros, traz uma eficiência de imediato – coleta de informações acerca dos impactos causados pelas atividades antrópicas – apenas com visita ao campo de estudo, coleta de imagens e de relatos escritos da infraestrutura do local. Correlacionada com a falta de infraestrutura, a ocupação desordenada pode ser mais agressiva ao meio ambiente, juntamente com características da ISO 14001 detectando onde o poder público deverá agir de forma prioritária, uma vez que a rua em estudo é um local esquecido pelas autoridades responsáveis e precisaria de uma ação imediata.

O impacto ambiental caracteriza-se como qualquer alteração das características do sistema ambiental, seja esta física, química, biológica, social ou econômica, causada por ações diversas. As ações praticadas pelos moradores da rua da Lata vêm impactando o ambiente sob todos os aspectos. A qualidade de vida dos moradores não é a ideal, devido a diversos fatores: exposição à doenças, difícil acesso de locomoção, baixa renda, etc.

A compreensão das relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente constitui etapa inicial e importante no desenvolvimento de um modelo de planejamento. Diante dos vários impactos ambientais que a ocupação espontânea causa, a rua da Lata encontra-se dentro dessa realidade. O local apresenta sérios problemas que precisam ser solucionados: esgoto a céu aberto; falta de canalização do esgoto do bairro vizinho, a qual finaliza na rua da Lata; disposição inadequada de

resíduos da construção civil; disposição incorreta de resíduos domésticos e da atividade econômica local que é a coleta seletiva; e pavimentação. Cabe ao poder público junto à comunidade elaborar e executar medidas mitigadoras de impactos ambientais para que venham melhorar a qualidade ambiental e de vida dos moradores, já que todos têm direito a um ambiente saudável.

Esta pesquisa serve de alerta para a comunidade e principalmente para que o poder público perceba o descaso e o abandono em que os moradores da rua da Lata encontram-se e para que sejam tomadas medidas urgentes para melhoria ambiental e de vida dos moradores dessa localidade.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, T. B. **Avaliação de Impactos Ambientais em um Lixão Inativo no Município de Itaporanga – PB.** UEPB, 2015. Disponível em: http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/33/browse?type=title&sort_by=1&order=ASC&rpp=15&etal=45&null=&offset=15 Acesso: 22/08/2016.

BANDEIRA, C; FLORIANO, E. P. **Avaliação de Impacto Ambiental de Rodovias.** Caderno Didático nº 8, 1 ed. Santa Rosa, 2004. Disponível em: <http://rodoviasverdes.ufsc.br/files/2010/03/Avalia%C3%A7%C3%A3o-de-impacto-ambiental-de-rodovias.pdf> Acesso em: 28/04/2017.

BARCELOS, M. N.; PERES, A. P.; PEREIRA, I. O.; CHAVASCO, L. S.; FREITAS, D. F. **Aplicação do método FMEA na identificação de impactos ambientais causados pelo descarte doméstico de medicamentos.** Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/1248> Acesso em: 23/08/2016.

BRAGA, R. A. P. **Avaliação De Impactos Ambientais: Uma Abordagem Sistêmica.** UFPE. <http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/53> Acesso: 12/08/2016.

BRAND, F. A.; DALMOLIN, C.; JUNIOR, X. L. T.; PACHEKOSKI, W. M. **Avaliação Da Metodologia FMEA Como Ferramenta Para Reduzir Impactos Ambientais No Processo Manutenção Industrial.** Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget/article/view/7447/0>> Acesso em: 20/08/2016.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986.** Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001 Acesso em: 13/09/2016.

_____. **Legislação Federal Brasileira e Norte-americana sobre a Avaliação de Impacto Ambiental.** Juras, I. A. G. M. Consultor Legislativo da Área XI. Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial e Desenvolvimento Urbano e Regional. Brasília, DF, jul. 2013. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/14877> Acesso em: 12/08/2016.

BRASÍLIA. **Estatuto da Cidade. Dispositivos Constitucionais.** Senado Federal. SECRETARIA ESPECIAL DE EDITORAÇÃO E PUBLICAÇÕES. SUBSECRETARIA DE EDIÇÕES TÉCNICAS. 3 ed. Brasília: 2008. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70317/000070317.pdf?sequence=6> Acesso em: 19/04/2017.

CUNHA, V.; FILHO, J. V. C. **Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas.** Gestão e Produção: V. 9, nº 2. Agosto, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v9n2/a04v09n2.pdf> Acesso em: 30/04/2017.

FOGLIATTI, M. C.; FILLIPPO, S.; GOURDARD, B. **Avaliação de Impactos Ambientais: Aplicação aos Sistemas de Transporte.** Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004.

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.scielo.org/pdf/csc/v17n6/v17n6a14> Acesso em: 31/08/2016.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

LAURENTI, R.; VILLARI, B. D.; ROZENFELD, H. **Problemas e melhorias do método FMEA: uma revisão sistemática da literatura**. USP. Disponível em: <http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/V10N01/06-1211-V10-N1-2012.pdf> Acesso em: 20/08/2016.

LOLLO, J. A. de; RÖHM, S.A. **Aspectos Negligenciados em Estudos de Impactos de Vizinhança. Estudos Geográficos**. Rio Claro: Dezembro, 2005. Disponível em: www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm. Acesso em: 17/04/2017.

MACIEL, D. S. C.; FREITAS, L. S. **Utilização do método FMEA na identificação e análise dos impactos ambientais causados pelos postos de combustíveis: um estudo de caso**. Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria, vol. 7, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reaufsm/article/view/6199> Acesso: 20/08/2016.

MICHAELIS. Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Editora Melhoramentos, 2017. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/>

NASCENTE, J. P. C.; FERREIRA, O. M. **Impactos Socioambientais provocados pelas ocupações irregulares do solo urbano: Estudo de Caso do Loteamento Serro Azul**. Universidade Católica de Goiás, Dpto. De Engenharia, 2007. Disponível em: <http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file> Acesso em: 19/03/2017.

REVISTA NTU urbano. **Transporte passa a ser direito Social na Constituição**. Ano III, nº 17. Set/Out 2015. Disponível em: www.ntu.ogr.br Acesso em: 01/05/2017.

REZENDE, A. J.; RIBEIRO, M. S.; NAKAO, S. H. **Mensuração de benefícios e impactos ambientais: uma aplicação no setor saneamento brasileiro**. 2013. Disponível em: <http://asaa.anpcont.org.br/index.php/asaa/article/view/92/92> Acesso em: 12/08/2016.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento Básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. UFJF: Juiz de Fora, 2010. Disponível em: <http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoSa%C3%BAde.pdf> Acesso em: 12/04/2017.

SAKURADA, E. Y. **As técnicas de Análise do Modo de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. Florianópolis: Eng. Mecânica/UFSC, (Dissertação de mestrado), 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/80128?show=full> Acesso em: 01/09/2016.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação Ambiental Estratégica E Sua Aplicação No Brasil**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: www.iea.usp.br Acesso em: 22/08/2016.

SEIFFERT, M. E. B. **ISO 14001: Sistemas de Gestão Ambiental – Implantação Objetiva e Econômica**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2008.