

**APLICAÇÃO DO MÉTODO FMEA PARA IDENTIFICAR ASPECTOS E
IMPACTOS AMBIENTAIS EM UM LAVA - JATO NA CIDADE DE CAMPINA
GRANDE – PB: UM ESTUDO DE CASO**

*APLICACIÓN DEL MÉTODO FMEA PARA IDENTIFICAR ASPECTOS E IMPACTOS
AMBIENTALES EN UN LAVADO DE AUTOS EN LA CIUDAD DE CAMPINA GRANDE -
PB: UN ESTUDIO DE CASO*

*APPLICATION OF THE METHOD FMEA TO IDENTIFY ENVIRONMENTAL ASPECTS
AND IMPACTS IN CAR WASH IN THE CITY OF CAMPINA GRANDE – PB: CASE STUDY*

Jane Arimércia Siqueira Soares¹; Erivaldo Moreira Barbosa²; Renata Maria Brasileiro Sobral³;
Joyce Aristércia Siqueira Soares⁴.

1. Doutoranda em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande-PB, Área Gestão de Recursos Hídricos. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6004-5919> Universidade Federal de Campina Grande - PB. E-mail: jane_arimercia@hotmail.com.

2. Pós-Doutor em Direito pela Università degli Studi di Messina/Itália (2015/2016). Pós-Doutor em Educação pela UFPB/PPGE (2010). Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG (2006). Professor Associado II da Universidade Federal de Campina Grande- PB. E-mail: erifat@terra.com.br.

3. Doutoranda em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande-PB, Área Gestão de Recursos Hídricos. Universidade Federal de Campina Grande - PB. E-mail: renatamsobral@hotmail.com.

4. Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande-PB, Área Gestão de Recursos Hídricos. Universidade Federal de Campina Grande - PB. E-mail: joycearistercia@gmail.com.

PALAVRAS-CHAVE

Meio Ambiente; Poluição; Recursos Hídricos.

PALABRAS CLAVE

Medio Ambiente; Contaminación; Recursos Hídricos.

KEY WORDS

Environment; Pollution; Water Resources.

RESUMO

O presente estudo possui o objetivo de identificar aspectos e impactos ambientais de um lava-jato no serviço de lavagem completa a partir da aplicação do método FMEA. A metodologia utilizada foi o estudo de caso, com aplicação do método FMEA, quanto aos objetivos tratou-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, quanto aos procedimentos técnicos utilizou-se de dados primários e secundários, além da observação não participante e aplicação de entrevista ao proprietário do estabelecimento. Os resultados indicaram um risco muito alto na contaminação do meio ambiente por meio da geração de resíduos, da utilização de grandes quantidades de água e poluição de mananciais, médio risco para poluição do meio, contaminação indireta da população e agravos a saúde do trabalhador. Por fim, concluiu-se que o FMEA contribuiu para uma avaliação dos riscos decorrentes do serviço através de uma avaliação constante e para a adoção de medidas mitigadoras.

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo identificar aspectos e impactos ambientales de un lavado de autos en el servicio completo de lavado a partir de la aplicación del método FMEA. La metodología utilizada fue el estudio de caso, con aplicación del método FMEA, en cuanto a los objetivos fue una investigación exploratoria y descriptiva, cuanto a los procedimientos técnicos se utilizaron datos primarios y secundarios, además de la observación no participante y aplicación de una entrevista al dueño del establecimiento. Los resultados indicaron un riesgo muy alto de contaminación del medio ambiente por generación de desechos, uso de grandes cantidades de agua y contaminación de manantiales, riesgo medio de contaminación ambiental, contaminación indirecta de la población y problemas de salud para los trabajadores. Finalmente, se concluyó que el FMEA contribuyó a una evaluación de los riesgos derivados del servicio a través de una evaluación constante y a la adopción de medidas mitigadoras.

ABSTRACT

The present study aims to identify environmental aspects and impacts of a car wash in the complete washing service from the application of the FMEA method. The methodology used was the case study, with the application of the FMEA method. As for the objectives, it was an exploratory and descriptive research, as for the technical procedures, primary and secondary

data were used, in addition to non-participant observation and interview application. to the owner of the establishment. The results indicated a very high risk of contamination of the environment through the generation of waste, the use of large amounts of water and pollution of water sources and medium risk and pollution of the environment and indirect contamination of the population and aggravating the health of the worker. Finally, it was concluded that the FMEA contributed to an assessment of the risks arising from the service through constant evaluation and the adoption of mitigating measures.

1 INTRODUÇÃO

Durante muito tempo pensou-se que os recursos naturais eram inesgotáveis, no entanto, ao longo do tempo o processo de antropização tem dado provas contrárias a essa afirmação, remetendo-nos a um verdadeiro colapso no planeta, caso não se tomem medidas para frear o modelo de produção capitalista predominante. Nesse cenário destacam-se alguns atores sociais fundamentais no processo de modificação do meio ambiente, os empreendimentos, estes por sua vez, ainda que muito recente, tem passado por um período de transição para a conscientização do papel ambiental das empresas na sociedade.

A geração de impactos ambientais por parte de muitas empresas, vem levando a uma avaliação rigorosa através da legislação vigente para que se possa fazer todo o processo de instalação e funcionamento o que é fundamental para se diagnosticar e mitigar impactos já no embrião destas novas atividades. A resolução Conama nº 1 de 1986 define impacto ambiental como alterações físicas, químicas e biológicas no meio ambiente, causadas pela ação humana que afetem direta ou indiretamente a saúde, a segurança e bem-estar da população, a biota, a qualidade dos recursos naturais, dentre outras (CONAMA, 1986).

Nesse sentido, a utilização de grandes quantidades de água durante a lavagem de veículos afeta diretamente as variáveis qualidade e quantidade desse recurso, bem como geração de resíduos, pois nas águas da lavagem de veículos podem existir vários tipos de produtos biodegradáveis ou não, poeiras, óleos, graxas, gasolina (JERONIMO; ASEVEDO, 2013, p. 2).

Levando em consideração o papel da responsabilidade social empresarial, as atividades geradoras de impactos ambientais por parte das empresas necessitam de um avaliação e identificação, pois possuem graus de relevâncias relativos, variando em positivas e negativas, grandes ou pequenas (MACIEL; FREITAS, 2014, p. 571). Neste contexto, a importância da implementação de um sistema de gestão ambiental dentro das empresas faz-se necessário como ferramenta de controle sobre as atividades potencialmente causadora de impactos e terminam

por atender as pressões movidas pela sociedade, organizações não governamentais e legislações vigentes por um ambiente mais limpo (EPELBAUM, 1999).

A NBR ISO 14001 define um sistema de gestão ambiental como um sistema implementado por uma organização para desenvolver sua política ambiental e gerenciar os aspectos ambientais (NBR, 2004). Entretanto, o interessante é que a implementação de um sistema de gestão ambiental seja incorporada às empresas a partir de uma iniciativa do próprio corpo de comando empresarial, demonstrando a preocupação com a preservação do meio e não apenas como um meio para se cumprir as exigências legais, o que leva em consideração que estas estejam conscientes de que suas atividades causam danos.

No que tange aos serviços ofertados pelos lava-jatos, estes desenvolvem atividades que envolvem a utilização de quantidades consideráveis de água, além de materiais que poluem o ambiente, afetando diretamente a questão da disponibilidade e escassez de recursos hídricos, bem como o lançamento de rejeitos no meio ambiente, podendo provocar poluição de mananciais, lençóis freáticos, morte de animais, contaminação dos solos e causar riscos à saúde da população, por isso a necessidade de se avaliar e identificar os impactos decorrentes dessa atividade e propor medidas mitigadoras. Nisto, o serviço de lavagem de veículos apresenta-se como atividade potencialmente causadora de impactos ambientais por utilizar uma grande quantidade de água, além de produtos químicos, sólidos suspensos e detergentes que na grande maioria são lançados diretamente no meio ambiente.

Assim, o presente estudo possui o objetivo de identificar aspectos e impactos ambientais em um lava-jato em um dos seus serviços oferecidos, qual seja, o serviço de lavagem completa a partir da aplicação do método *Failure Mode and Effects Analysis* - FMEA. Esse estudo se justifica pela necessidade de identificação dos impactos ambientais decorrentes da atividade de lavagem de veículos em virtude da utilização de grandes quantidades de água e geração de resíduos através de um ferramenta que possibilite a identificação e minimização dos efeitos das consequências no meio ambiente de modo a contribuir para a disseminação da importância da implementação de sistema ambiental no meio das organizações e conseqüentemente para o desenvolvimento sustentável.

O FMEA se apresenta como método adequado para análises de aspectos e impactos, pois consegue quantificar o grau de intensidade do aspecto ou impacto ambiental, portanto, justifica-se sua utilização.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Impactos ambientais nos serviços de lavagem de veículos

A água é um recurso natural indispensável a sobrevivência de vida no planeta, no entanto, a forma como este recurso vem sendo utilizado tem demonstrado que esse bem já tem atingido em muitos lugares a qualidade de finitude. A principal causa de aumento pela demanda de água é o crescimento populacional, o desenvolvimento industrial, a agricultura e demais atividades do homem. Uma das causas que demandam utilização de água é a atividade de lavagem de veículos, sabe-se que a crescente frota de veículos no Brasil tem retirado grandes quantidades de água para higienização o que termina por cominar em problemas socioambientais, pois afeta diretamente aspectos de qualidade e quantidade, por isso a necessidade de um disciplinamento legal para este tipo de estabelecimento, pois até o momento não existe legislação específica no país que trate deste assunto (NETO et al., 2015, p.3), o que se aplicam são regimentos legais de forma suplementar e complementar.

Diante disso, vale iniciarmos conceituando esses estabelecimentos. Os lava-jatos são microempresas que contribuem para o desenvolvimento local das cidades e no processo de distribuição de renda, pois empregam pessoas e contribuem diretamente no incremento da economia local (SEBRAE, 2004, p.53). No entanto, a atividade de lavagem de veículos termina sendo um processo de degradação do meio ambiente pois envolve desperdício de água e geração de efluentes, como óleo e produtos químicos (MURY; ARAUJO, 2014, p.2), portanto, a necessidade de se avaliar os impactos ambientais decorrentes desse serviço. De acordo com a resolução CONAMA 362/2005 estão proibidos os descartes de óleos usados ou contaminados que possam atingir, corpos de água, solos, subsolos e nos sistemas de esgotos ou evacuação de águas residuárias, nessa perspectiva observa que a atividade de lavagem de veículos pode ser caracterizada como potencialmente poluidoras.

Em específico, no caso da lavagem de veículos a resolução CONAMA 273/2000 exige para a liberação da licença ambiental a instalação de uma caixa de areia e de uma caixa separadora de água e óleo como forma de reduzir os impactos provenientes dos resíduos gerados neste tipo de serviço (ROSA et al., 2012, p.42) Sendo assim, os lava-jatos devem ser instalados em locais em que não possuam solos permeáveis, necessitando possuir em suas instalações caixas de areia capazes de reter os materiais mais pesados como produtos biodegradáveis ou não, poeiras, óleos, graxas, gasolina, decorrentes da lavagem, bem como caixas separadoras de água e óleo e um plano de gerenciamento de resíduos sólidos (JERÔNIMO; AESEVEDO, 2013, p. 2), o que também corrobora para que a instalação desse tipo de empreendimento precise estar de acordo com outros diplomas legais que disciplinam a preservação do meio ambiente, tais como a Constituição Federal e o que dispõe em seu art. 225 ,a Política Nacional de Meio Ambiente, instituída pela Lei Federal 6.938 de 1981 (BRASIL,1988,1981), e as resoluções do Conama 237/1997, 273/2000 e a 357/2005 (BRASIL,1997, 2000, 2005).

A necessidade de se identificar e avaliar os impactos decorrentes desse tipo de serviço se dá porque tal é caracterizado como uma atividade potencialmente poluidora e o estudo em torno desse tipo de empreendimento acerca das consequências ambientais, sociais e a saúde ainda estão sendo feitas, isso porque existe uma dificuldade para encontrar material que trata deste assunto. No que diz respeito aos impactos ambientais decorrentes da atividade desenvolvida pelos lava-jatos alguns autores apresentam quanto aos aspectos e impactos referente a higienização de veículos (MURY; ARAUJO, 2014; JERONIMO; ASEVEDO, 2013; ROSA et al., 2015; NEGREIROS et al., 2010; COSTA et al., 2007) que esses afetam diretamente ou indiretamente os recursos hídricos, a saúde humana e os recursos naturais. A tabela 1 apresenta alguns aspectos e impactos identificados pelos autores retro mencionados.

Tabela 1 - Aspectos e Impactos ambientais decorrentes da lavagem de veículos

Aspecto ambiental	Impacto ambiental
Geração de emissões atmosféricas	Comprometimento da qualidade do ar
Geração de Ruído e Vibração	Poluição sonora
Consumo de energia elétrica	Comprometimento dos recursos energéticos
Consumo de grandes quantidades de água	Comprometimento da qualidade e quantidade dos recursos hídricos
Geração de resíduos sólidos decorrentes do sistema de separação de água e óleo	Comprometimento das águas subterrâneas e do solo
Geração de efluentes líquidos contendo graxa e óleo	Comprometimento das águas subterrâneas, superficiais e do solo
Manuseio de produtos químicos	Comprometimento da saúde humana
Geração de resíduos sólidos Classe II*	Comprometimento da qualidade das águas subterrâneas e dos solos

Fonte: Elaborado a partir de (MURY; ARAÚJO, 2014).

OBS: Geração de resíduos sólidos Classe II*: “são aqueles que não se enquadram na classificação de resíduos Classe I. Podem apresentar uma das propriedades: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água” (OPERSAN, 2017).

Tendo em vista a relevância das consequências ambientais e a saúde humana decorrentes dos impactos ambientais em virtude dos serviços de lavagem automotiva, faz-se necessário uma análise dos impactos e aspectos para então serem avaliados quanto aos seu grau de ocorrência e criticidade, para isso, o método FMEA constitui-se de ferramenta ideal como instrumento de identificação de falhas e seus efeitos dentro de um processo ou projeto, possibilitando medidas preventivas e de melhoria contínua para a organização e ao mesmo tempo servirá de modelo para implementação de um sistema de gestão ambiental, possibilitando a inserção do empreendimento dentro dos parâmetros sustentáveis exigidos pela legislação de (MURY; ARAÚJO, 2014). A seguir teceremos alguns conceitos sobre o método FMEA.

2.2 Análise de falhas e seus efeitos (FMEA)

No modelo econômico vigente, cada vez mais as empresas se veem na necessidade de adequarem seus serviços e produtos as exigências econômicas e ambientais, por isso que a implementação de um sistema de gestão ambiental se torna uma ferramenta que auxilia a redução de utilização de recursos naturais, menor geração de resíduos e talvez o mais atrativo, a viabilização da redução de custos no processo produtivo. (CEREZINI; AMARAL; POLLI, 2016, p. 4). Isso coloca o empreendimento em condições favoráveis diante as exigências mercadológicas e ambientais contribuindo para a sustentabilidade e aumentando a competitividade (CEREZINI; AMARAL; POLLI, 2016, p. 4).

Nessa perspectiva, é importante que as empresas possuam uma ferramenta que sirva de detecção de impactos ambientais a partir de seus serviços e produtos oferecidos, afim de possuir um controle sobre os efeitos dos danos que possam vir a causar no meio ambiente. O FMEA (*Failure mode and effect analysis*) é uma ferramenta que serve para identificar aspectos e impactos ambientais antes que eles ocorram, ou seja, uma ferramenta de prevenção de defeitos e de melhoria contínua. Esta metodologia FMEA foi utilizada inicialmente pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) desenvolvida em meados dos anos 60 pela indústria aeronáutica com intuito apenas de analisar questões de segurança e expandida para a indústria automobilística, com o tempo as organizações foram adaptando o FMEA para análise de produtos e processos produtivos e de manutenção (BRAND et al., 2013, p. 2083).

“O método FMEA tem sido aplicado como auxílio para definir e priorizar ações corretivas de um projeto, identificação de características críticas e significativas e estabelecimento de um formulário de prevenção de falhas”(RABELO; SILVA; PERES, 2014,

p.78), “é uma ferramenta que busca, em princípio, evitar ou minimizar as chances do produto ou processo falhar, aumentando assim a sua confiabilidade” (NOGUEIRA; PERES; CARVALHO, 2011,p.198). Assim, o FMEA consiste em um modelo de ferramenta capaz de identificar falhas em projetos ou processos e a partir disto oferecer um tratamento para as falhas e implementar ações mitigadoras, sendo possível uma constante avaliação das medidas implantadas e desta forma representa um instrumento que condiciona a uma melhoria contínua à medida que é aplicada em uma organização (ZAMBRANO; MARTINS, 2007, p. 297).

A análise de modos e efeitos de falhas é uma ferramenta que possui três funções distintas: uma ferramenta de prognóstico de problemas; procedimento de desenvolvimento e execução de projetos, processos ou serviços e também um diário do projeto ou serviço (COUTO; CARVALHO, 2015, p. 451). Já para esse outro autor o FMEA possui quatro tipos: FMEA de processos, usado na análise de processos de produção, FMEA de serviços, usado na análise do ciclo do serviço até que este chegue ao consumidor, FMEA de projetos, sendo feita a análise antes que esses projetos virem produtos e o FMEA de sistemas usado na análise de sistemas em fase inicial do projeto (STAMATIS, 2013, p. 494).

Existem três componentes no FMEA que auxiliam na definição de prioridade quanto a identificação de falhas: OCORRÊNCIA (O), esta determina a frequência da falha, SEVERIDADE (S), a severidade corresponde a gravidade do efeito da falha e DETECÇÃO (D) a detecção é a identificação da falha antes que ele atinja o consumidor final do serviço ou produto (LEAL; PINHO; ALMEIDA, 2006, p. 80) a partir destes componentes pode-se construir um formulário de análise estruturado em nove linhas a partir do modelo proposto por Andrade e Turrioni (2000). A seguir, a tabela 2 elaborada a partir destes dois autores, mostra os caminhos para aplicação de um formulário e implementação da ferramenta FMEA.

Tabela 2 - Modelo de formulário estruturado de aplicação do método FMEA

1	Etapas do processo
2	Aspectos ambientais
3	Impactos ambientais
4	Causa potencial
5	Forma atual de controle
6	Gravidade do impacto (G)
7	Ocorrência da causa (O)

8	Grau de detecção (D)
9	Índice de risco ambiental (IRA)

Fonte: Elaborado a partir de (ANDRADE; TURRIONI, 2000, p.3).

As etapas de 1 a 5 irão descrever desde o processo de ciclo do serviço ou produto, para a partir disto identificar os aspectos ambientais decorrentes do processo do serviço, para depois destes chegar aos impactos ambientais, seguindo a sequência irá se identificar as causas potenciais de falhas destes impactos ambientais para então se identificar as medidas que estão sendo tomadas para o controle destes impactos. As colunas que vão de 6 a 8 correspondem a avaliação do grau de gravidade do impacto, a ocorrência da causa e o grau de detecção, estes índices de acordo com Wanderbrande (1998) avaliam o efeito do risco quanto a gravidade, o efeito do risco com relação a probabilidade de ocorrência, e o grau de detecção para avaliar uma causa do risco para um controle sobre ela, estes três índices por sua vez são estimados em uma escala de 1 a 10 conforme proposta de Wanderbrande (1998) mostrado nas tabelas 3, 4 e 5. Por fim, temos o índice de risco ambiental (IRA) na coluna 9 que representa o resultado do produto dos índices 6 a 7.

Tabela 3 - índice de criticidade da gravidade do impacto.

GRAVIDADE DO IMPACTO (G)	
Difícilmente será visível/ muito baixa para ocasionar um impacto no meio ambiente	1-2
Não conformidade com a política da empresa/ Impacto baixo ou muito baixo sobre o meio ambiente	3-4
Não conformidade com os requisitos legais e normativos/Potencial de prejuízo moderado ao meio ambiente	5-6
Sério prejuízo a saúde das pessoas envolvidas no serviço	7-8
Há sérios riscos ao meio ambiente	9-10

Fonte: Adaptado de Wanderbrande (1998).

Tabela 4 - Índice de ocorrência da causa do impacto

OCORRÊNCIA DA CAUSA (O)

Remota – improvável que ocorra	1-2
Baixa – em casos isolados e baixa probabilidade de ocorrer em um semestre	3-4
Moderada – há probabilidade de ocorrência em um semestre	5-6
Alta – ocorre regularmente, mais de uma vez por semestre	7-8
Muito alta – inevitável, grande probabilidade de ocorrer sempre que executa a atividade	9-10

Fonte: Adaptado de Wanderbrande (1998).

Tabela 5 - Índice de ocorrência do grau de detecção do impacto

GRAU DE DETECÇÃO (D)

Detecção rápida e solução rápida – os controles atuais irão detectar de imediato os aspectos, de forma instantânea	1-2
Detecção em médio prazo e solução rápida – alta probabilidade de identificação do aspecto após sua ocorrência	3-4
Detecção e solução em médio prazo – probabilidade moderada que o aspecto seja detectado ou um período razoável antes que uma ação possa ser tomada	5-6
Detecção em médio prazo e solução a longo prazo – improvável que o aspecto seja detectado ou um período razoável de tempo para que uma ação seja tomada	7-8
Detecção em longo prazo e solução em longo prazo. Não será identificado o aspecto em nenhum período ou não há reação.	9-10

Fonte: Adaptado de Wanderbrande (1998).

O método FMEA tem sido aplicado nos mais diversificados empreendimento e ramos de atuação, ora aplicado em todos os serviços ou processos de produtos, ou apenas em um determinado seguimento dentro da empresa, Roos et al. (2007) fez um estudo de caso com aplicação da ferramenta FMEA em uma empresa no setor de transportes terrestres e aéreos de passageiros e cargas, escolhendo um serviço específico, a gestão dos pneus dos veículos de transporte de passageiros, foi incorporado junto ao FMEA outras ferramentas de avaliação de qualidade. O objetivo do estudo foi minimizar ou eliminar as falhas decorrentes do serviço, por

fim, concluiu que o estudo proporcionou uma maior gestão em torno da qualidade do serviço e uma maior satisfação dos clientes.

Senna et al. (2012) fez a aplicação da ferramenta FMEA com o objetivo de avaliar os aspectos e impactos de um prédio de uma instituição de ensino superior com o intuito de implementar um sistema de gestão ambiental, a identificação dos impactos ambientais permitiu a minimização destes e a implementação do sistema de gestão. Freitas, Maciel e Pontes (2016) utilizaram a ferramenta para analisar os modos e feitos de falha de serviços odontológicos de um posto de saúde na cidade de Queimadas - Paraíba, tendo como objetivo analisar os aspectos e impactos decorrentes dos serviços odontológicos, na metodologia utilizou-se do estudo de caso, obtendo nos resultados alguns impactos de intensidade muito baixa e outros de intensidade muito alta, concluindo que é necessário uma gestão em torno dos impactos que possuem uma intensidade muito alta.

Diante disto, verifica-se que a ferramenta FMEA tem sido utilizada nos mais diferentes ramos de atuação empresarial conforme literatura apresentada e expostas no tópico das referências trazidas neste estudo e que servirão para a sua construção, permitindo que a avaliação e identificação de aspectos e impactos ambientais nos diferentes setores contribua de forma significativa para a contínua melhoria, bem como para se enquadrarem as normas legais e serem direcionados a um processo de gestão voltado para sustentabilidade.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A presente pesquisa foi desenvolvida em um empreendimento do tipo lava -jato localizado no Município de Campina Grande, localizada no Estado da Paraíba, na mesorregião do agreste do Planalto da Borborema, com altitude média de 547,6 metros acima do nível do mar e uma população aproximada de 411.000 habitantes (DE MEDEIROS et al., 2014), (IBGE, 2020). O objeto de estudo foi o serviço de lavagem completa oferecido pelo o estabelecimento, onde foi aplicado um questionário semiestruturado aos colaboradores do empreendimento responsáveis por esse tipo de serviço oferecido.

O estabelecimento funciona de acordo com as exigências legais da Política Nacional de Meio Ambiente Lei 6.938/1981 e Resolução CONAMA 237/1997, além disso, recentemente o tipo de serviço de lavagem de veículos automotores foi enquadrado como atividade de baixo risco, o que desburocratiza o procedimento para funcionamento deste tipo de empreendimento, sendo necessário apenas a fiscalização do órgão público municipal responsável conforme

Resolução Nº 51 de 2019 do Ministério da Economia e Medida Provisória N º 881 de 2019 (TARTUCE, 2019).

Quanto ao método trata-se de um estudo de caso, sendo o empreendimento Lava-jato o objeto escolhido para se fazer um estudo sobre os impactos e aspectos no serviço oferecido de lavagem completa. De acordo com Prodanov e Freitas (2013) “o estudo de caso é uma categoria de investigação que tem como objetivo o estudo de uma unidade de forma aprofundada”, para Yin (2001) “o estudo de caso é o estudo minucioso e profundo de um ou mais objetos”.

Do ponto de vista de seu objetivo trata-se de pesquisa exploratória e descritiva. É exploratória porque irá investigar buscando mais informações sobre os aspectos e impactos decorrentes da atividade de lavagem automotiva, também porque o tema em questão ainda possui poucos estudos na literatura. É descritiva porque após identificar descreverá os aspectos e impactos das ações decorrentes do serviço de lavagem completa, aqui se descreverá e se registrará os fatos observados sem interferir neles, servirá para ordenar os dados sem manipulá-los (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.52)

Quanto aos procedimentos técnicos a presente pesquisa se utilizou de dados primários e secundários e observação não participante. Os dados primários partiram da aplicação de entrevista junto ao proprietário do estabelecimento com o intuito de obter informações sobre o ciclo do serviço de lavagem completa com polimento e identifica os aspectos e impactos ambientais decorrentes de sua oferta. Quanto aos dados secundários, foram utilizados, artigos, anais de congressos que tratassem acerca da metodologia FMEA e voltados para identificar aspectos e impactos ambientais em lava-jatos, documentos referentes a fiscalização na empresa, dentre outros. A observação não participante serviu para identificar aspectos no espaço físico, como geração de resíduos, utilização de água produtos empregados na lavagem completa com polimento e observar a sensibilidade do proprietário quanto aos impactos que podem ser revertidos de imediato.

Do ponto de vista de abordagem do problema e tratamento dos dados, trata-se de pesquisa qualitativa e quantitativa. É qualitativa porque será feita a interpretação dos fenômenos identificados como aspectos e impactos ambientais do estudo de caso no lava-jato e quantitativa porque se utilizará da ferramenta FMEA para mensurar os índices de criticidade a partir do produto das variáveis $(G) \times (O) \times (D) = IRA$, para se obter o índice de criticidade. Para a identificação se índice de criticidade é muito baixo, baixo, médio, alto ou muito alto foi utilizada a escala de variação do IRA adaptada de Wanderbrande (1998) e Maciel e Freitas (2014) na tabela 6.

Tabela 6 - Escala de variação do Índice de Risco Ambiental (IRA)

RISCO	VARIAÇÃO G.O.D	VARIAÇÃO DO IRA
Muito baixo	1-2	1-8
Baixo	3-4	9-56
Médio	5-6	57-216
Alto	7-8	217 – 512
Muito alto	9-10	513 - 1000

Fonte: adaptado de Wanderbrande (1998) e Maciel e Freitas (2014).

OBS: G: Gravidade do Impacto; O: Ocorrência da Causa; D: Grau de Detecção e IRA: Índice de Risco Ambiental

3.2 Caracterizações da lavagem completa oferecida pelo lava-jato

A empresa em referência atua com serviços de lavagem, polimento e lubrificação de veículos automotores, oferecendo atualmente 4 tipos desses serviços: lavagem simples, lavagem simples com polimento, lavagem completa e lavagem completa com polimento.

Para o presente estudo foi selecionada a lavagem completa, tratando-se de método convencional de higienização de veículos, realizado através da remoção das sujeiras, utilizando relevante quantidade de água somada a produtos específicos para automóveis. A escolha se deu em razão de ser o serviço que demanda mais uso de recursos hídricos e produtos químicos.

O serviço em comento possui 09 fases, compreendendo o seguinte passo a passo: 1. Lavagem do veículo com água; 2. Aplicação e retirada do shampoo automotivo; 3. Lavagem do motor com água; 4. Aplicação e retirada do desengraxante; 5. Secagem do veículo; 6. Aplicação e retirada da cera automotiva na parte externa do veículo; 7; Limpeza dos vidros; 8. Aspiração da parte interna; 9. Aplicação do produto “limpa pneu”.

Ao mês são realizadas em média 50 (cinquenta) lavagens nessa modalidade, numa perspectiva de 13 (treze) por semana. O estabelecimento possui caixa separadora de areia e óleo.

4 ANÁLISES DOS RESULTADOS

4.1 Fases do serviço e utilização de materiais: lavagem completa com polimento

O primeiro passo do serviço em análise é lavar o veículo apenas com água (proveniente de poço artesiano de 46 metros de profundidade) lançada através de jato de pressão. A água de todo o processo da lavagem escorre para um tanque de areia e brita, compondo um sistema de reuso que permite o reaproveitamento de até 70% da água utilizada. Ressalte-se ainda que durante todo o processo os empregados utilizam luvas e botas plásticas, sendo as luvas trocadas mensalmente e as botas a cada seis meses.

Após a retirada da sujeira do veículo com água, aplica-se shampoo automotivo na parte externa, sendo diluído 1 litro do shampoo em 200 litros de água, proporção que se usa para lavar uma média de 40 veículos, enxaguando com jatos de água. Em seguida, é feita a higienização do motor com água e aplicação com escova de uma mistura do desengraxante com água, contabilizada em 20% do produto e 80% de água. No momento da aplicação do desengraxante, o empregado utiliza máscara protetora, trocada mensalmente.

Posteriormente, aplica-se a cera automotiva (marca 3M) com o auxílio de bucha de algodão, retirando-se em seguida com outra bucha de mesmo tipo, cada uma durando em média dois meses. Após a retirada da cera, limpam-se os vidros com flanela de microfibra, utilizada em média por um mês.

O último passo é aspirar o interior do veículo com aspirador elétrico. Por fim, é aplicado com esponja de espuma o produto “limpa pneu”, cada esponja durando uma média de 100 lavagens.

4.2 Identificação dos potenciais impactos ambientais causados pela lavagem completa do lava-jato.

a) Disponibilidade de água;

Para a finalização da lavagem em estudo é utilizada uma amplitude de 120 litros de água por veículo, totalizando um gasto semanal em média de 1.560 litros de acordo com média de veículos que são lavados. Percebe-se que para manter sua atividade, é utilizado no estabelecimento uma grande quantidade de água, sendo um cenário preocupante no atual contexto de escassez, considerando ainda o grande número de veículos em circulação e os demais serviços oferecidos pela empresa.

b) Contaminação do solo e águas superficiais e subterrâneas;

Apesar de ser utilizado tanque de retenção com areia e brita, esse tipo de filtro não basta para reter todas as impurezas presentes nessa água residual, portanto, a parte solúvel do óleo e

da graxa conseguem ultrapassar o filtro, tratando-se de um procedimento que serve apenas para reter o material mais pesado como a graxa não solúvel e a poeira. Como se sabe, o óleo e outras substâncias derivadas do petróleo possuem elementos que podem causar vários danos ao meio ambiente, some-se a isso a limpeza do tanque de retenção que precisa ser higienizado gerando resíduos com materiais pesados, a forma de descarte, e neste caso é feito juntamente com os resíduos comuns do lava-jato em terreno baldio, tanto da água do tanque, como do material pesado retido no filtro podem poluir as águas dos mananciais e lençóis freáticos, causando desequilíbrio no habitat aquático e alterando a qualidade daquela água.

c) Poluição por produtos químicos;

A lavagem utiliza produtos como detergentes automotivo, ceras de polimento, desengraxantes que possuem substâncias surfactantes, aditivos e enzimas, podem poluir rios e lagos, com a agitação das águas forma-se uma camada de espuma na superfície dificultando a entrada de oxigênio, essencial a vida aquática, além disso, pode ocorrer o aumento do número de nutrientes causando a eutrofização. As cadeias enzimáticas dos detergentes são cadeias ramificadas, diferente das cadeias enzimáticas dos microrganismos que possuem cadeias lineares, sendo assim, os microrganismos não conseguem quebrar essas moléculas fazendo com que os detergentes permaneçam na água sem sofrer degradação (NETO et al., 2015).

d) Geração de resíduos;

A atividade de lavagem completa, além de gerar os resíduos pesados como graxas não solúveis e areias retidos no filtro, sendo a composição do filtro trocada em média a cada três meses e descartada em terreno baldio, gera ainda resíduos decorrentes do próprio funcionamento do estabelecimento como frascos de detergentes, buchas que serviram para passar cera, flanelas, esponjas, máscaras e resíduos decorrentes da limpeza de banheiros e do próprio estabelecimento. Todos esses resíduos sendo dispostos no meio ambiente contaminam o solo, o ar e as águas superficiais.

e) Saúde da população;

A contaminação de mananciais que servem de abastecimento a população local pode causar vários danos à saúde, pois a água lançada no esgoto contendo produtos derivados do petróleo, graxas e detergentes alteram significativamente a qualidade daquela água ficando imprópria para consumo, como também pode haver a contaminação da fauna existente naquele manancial como os peixes que servem de alimento ocasionando uma contaminação indireta a partir da sua ingestão.

4.3 Aplicação do FMEA para análise dos aspectos e impactos decorrentes do serviço de lavagem completa do lava-jato

Figura 1 - Formulário do FMEA aplicado ao Lava-jato

Ciclo do serviço – lavagem completa	Aspectos ambientais	Impactos ambientais	Causa potencial	Forma atual de controle	G	O	D	IRA		
1	Molhar o carro	Geração de resíduos da saúde da população, trabalhador e fauna	Diminuição da disponibilidade de água, contaminação dos mananciais	Diminuição da disponibilidade de água, contaminação do esgoto doméstico	Tanque de retenção de areia e brita e reuso da água	9	9	5	405 ALTO	
2	Uso de detergente automotivo	Geração de resíduos ácidos sulfônicos e aditivos neutralizantes	Contaminação humana direta e indireta, poluição de mananciais	Contato direto com o produto	Sem controle	9	9	9	729 MUITO ALTO	
3	Retirada do detergente	Geração de resíduos químicos e tóxicos como ácidos sulfônicos e aditivos neutralizantes	Disponibilidade da água, quantidade e qualidade e poluição dos mananciais	Contato direto e indireto com a água contaminada	Sem controle	9	9	8	648 MUITO ALTO	
4	Lavagem do motor	Geração de efluentes com produtos tóxicos	Poluição dos mananciais, alteração da vida aquática	Poluição dos mananciais	Lançamento de efluentes decorrentes da lavagem nos mananciais	Tanque de areia e brita	9	9	8	648 MUITO ALTO

Fonte: Elaborado a partir dos dados colhidos na pesquisa.

Figura 2 - Continuação do Formulário do FMEA aplicado ao Lava-jato

Ciclo do serviço – lavagem completa	Aspectos ambientais	Impactos ambientais	Causa potencial	Forma atual de controle	G	O	D	IRA	
5	Uso de desengraxante	Saúde do trabalhador, geração de resíduos como Dodecibenzenosulfonato de sódio, Tripolifosfato de sódio pentassódio, hidroxietil e Ricinoleato de sódio.	Doenças dermatológicas respiratórias por poluição por resíduos sólidos	Contato direto e indireto com o resíduo	Uso de luvas, botas e máscara protetora.	9	9	1	81 MÉDIO
6	Secagem	Geração de resíduos como restos de desengraxante e detergentes	Poluição do meio ambiente	Forma inadequada de descarte	Coleta domiciliar do poder público	9	9	1	81 MÉDIO
7	Aplicação de cera automotiva	Geração de resíduos e saúde do trabalhador	Poluição do meio ambiente, doenças respiratórias por inalação de gases	Ausência de uso de máscara e forma inadequada de descarte	Coleta domiciliar do poder público	9	7	1	63 MÉDIO

Fonte: Elaborado a partir dos dados colhidos na pesquisa.

Figura 3 - Continuação do Formulário do FMEA aplicado ao Lava-jato

Ciclo do serviço – lavagem completa	Aspectos ambientais	Impactos ambientais	Causa potencial	Forma atual de controle	G	O	D	IRA	
8	Limpeza dos os vidros	Geração de resíduo e saúde do trabalhador	Poluição do meio ambiente, doenças respiratórias por inalação de gases	Ausência de uso de máscara e formade inadequada de descarte, contato direto	Coleta domiciliar do poder público	9	7	1	63 MÉDIO
9	Aspiração	Geração de resíduo e saúde do trabalhador	Poluição do meio ambiente, doenças respiratórias por inalação de poeira	Ausência de uso de máscara, contato direto	Coleta domiciliar do poder público	9	9	1	81 MÉDIO
10	Limpeza dos pneus	Geração de resíduo e saúde do trabalhador	Poluição do meio ambiente, doenças respiratórias por inalação de gases	Ausência de uso de máscara e contato	Coleta domiciliar do poder público	9	7	1	63 MÉDIO

Fonte: Elaborado a partir dos dados colhidos na pesquisa.

OBS: G: Gravidade do Impacto; O: Ocorrência da Causa; D: Grau de Detecção e IRA: Índice de Risco Ambiental

Com base nos resultados, vale chamar atenção para a ausência de risco baixo, pois todas as etapas do serviço de lavagem completa apresentaram uma variação de média para muito alta. Assim, de acordo com quadro 6, os passos 2, 3 e 4 do processo de lavagem completa oferecido pelo Lava Jato apresentam um risco muito alto de poluição do meio ambiente a partir da geração de resíduos e produtos tóxicos presente no efluente lançado no esgoto doméstico, com índices respectivamente de 729, 648, 648, pois de acordo com o IRA índices que possuem variação entre 513 e 1000 apresentam um risco muito alto.

A etapa 1 do processo de lavagem corresponde ao primeiro passo da lavagem que inclui a utilização de grande quantidade de água para retirada da sujeira mais pesada apresentou risco a disponibilidade de água e poluição de mananciais com índice de 405 que de acordo com o IRA é classificado como um risco alto, pois fica na escala de variação entre 217 e 512. Os passos da lavagem correspondente aos pontos 5, 6,7,8, 9 e 10 atingiram uma escala de variação entre 63 e 81 ficando classificado como um risco médio de acordo com o IRA, mantendo-se na média de 57 e 216. Os riscos médios apresentados por estes pontos são de poluição do meio ambiente e doenças respiratórias e dermatológicas para os trabalhadores, bem como contaminação indireta da população.

5 CONCLUSÕES

Este estudo de caso buscou contribuir na análise de falhas e a partir destes resultados propor possíveis ações de melhoria no serviço de “lavagem completa” oferecido pelo estabelecimento mencionado. Através da aplicação do método FMEA, foi possível perceber que a lavagem de automóveis oferece potencial perigo ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde de todos, uma vez que além de demandar dezenas de litros de água para lavagem de um único automóvel, essa água carrega consigo diversos produtos químicos tais como as graxas, ceras, solventes e óleo lubrificante das peças do veículo, sendo as etapas 2, 3 e 4 as de maiores índices de risco ambiental (IRA).

Ainda que exista no estabelecimento o tratamento para reuso da água nos moldes de caixa de areia e brita, trata-se de sistema de separação física do óleo, que funciona apenas como uma forma de minimizar os impactos causados ao meio ambiente, uma vez que não ocorre a separação dos químicos que são solúveis na água. Importante frisar que a areia antiga e filtros são trocados a cada trimestre se tornando um passivo ambiental, sendo descartada em terreno baldio. Ademais, além do problema do descarte da água e areia poluídas, existe ainda a relevante quantidade de resíduos gerados como bucha, esponja, escova, luvas e botas plásticas, máscaras, embalagens plásticas, acabando por transferir esse problema para o Estado.

Como ações de melhoria e medidas mitigadoras foram propõe-se a captação de água da chuva, que resulta em menor consumo, preservação dos recursos hídricos e economia financeira; a procura pela utilização de produtos biodegradáveis; e um aprimoramento no tratamento e reutilização da água, práticas que além de reduzir os impactos causados pela atividade, podem, diante da perspectiva do consumo consciente, atrair mais consumidores para o estabelecimento.

Portanto, conclui-se que a ferramenta FMEA contribuiu de maneira positiva para uma avaliação constante do serviço no que diz respeito a degradação ambiental e a necessidade de implementar um sistema de gestão ambiental e aplicação de medidas mitigadoras como melhor tratamento dos resíduos gerados e o descarte correto em atendimento as normas regulamentadoras.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE **NORMAS TÉCNICAS** (ABNT). **ISO 14.001:2004**. Sistema de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso. Disponível em <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=1547>. Data: 19 de março de 2018.

ANDRADE, M. R. S; TURRIONI, J. B. Uma metodologia de análise dos aspectos e impactos ambientais através da utilização do FMEA. **ENEGEP, USP/POLI-SP**, 2000.

BRAND, F. A. et al. Avaliação da metodologia FMEA como ferramenta para reduzir impactos ambientais no processo manutenção industrial. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 10, n. 10, p. 2081-2090, 2013.

BRASIL, **Constituição Federal do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente - MMA –**Resolução CONAMA nº 362**, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>. Acesso em 21 março de 2018.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Resolução CONAMA nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>. Acesso em 21 março de 2018.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Resolução CONAMA nº 273**, de 29 de novembro de 2000. Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=271>. Acesso em 21 março de 2018.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em 21 março de 2018.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Resolução CONAMA nº 01**, de 08 de março de 1990. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em 21 março de 2018.

BRASIL, Política Nacional de Meio Ambiente. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismo de formulação e aplicação, e dá outras providências** Brasília, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 21 março de 2018.

COUTO, M. P. P.; CARVALHO, A. L. Utilização do FMEA para análise de processos administrativos em uma instituição de ensino superior. **Percursos Acadêmicos**, p. 445-472, 2015.

COSTA, M. J. C. et al. Impactos socioambientais dos lava-jatos em uma cidade de médio porte. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 32-38, 2009.

DE MEDEIROS, R. M., et al. Caracterização e classificação climática da cidade de Campina Grande–PB. 2014.

EPELBAUM, M. ISO 14001 um Balanço da Implementação de Sistemas de Gestão Ambiental no Brasil. **V Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, São Paulo, 1999.**

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2000. Resultado dos Dados Preliminares do Censo – 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/campina-grande/panorama> Acesso em 05/04/2021.

JERONIMO, C. E; ASEVEDO, K. C. S. Diagnóstico ambiental de postos de lavagem de veículos (lava-jatos) em Natal-RN. **Scientia Plena**, v. 8, n. 11 (a), 2013.

LEAL, F; DE PINHO, A. F; DE ALMEIDA, D. A. Análise de falhas através da aplicação do FMEA e da Teoria Grey. **Revista Gestão Industrial**, v. 2, n. 1, 2006.

MACIEL, D.S. C; DE 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**, v. 7, n. 4, p. 570-789, 2014.

MURY, V.F.; ARAUJO, W.E.L.: Avaliação dos aspectos e impactos ambientais de lava jato de Rio Verde-GO. **Artigo apresentado à Faculdade de Engenharia Ambiental como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2014.**

NETO, L.C.G.; SENNA, L.B.; SANTOS, P.D.D.; NASCIMENTO, F.R.A.: análise dos impactos ambientais na lavagem de automóveis. **XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO** Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015.

NEGREIROS, A. B. et al. Problematização Ambiental dos Lava-jatos da cidade de Florianópolis. In: **V Congresso de pesquisa e inovação da rede norte nordeste de educação tecnológica–CONNEPI. 2010.**

NOGUEIRA, A. C; DE PAULA, P. A; CARVALHO, E.M. Avaliação do risco ambiental utilizando FMEA em um laticínio na região de Lavras–MG. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 1, p. 194-209, 2011.

OPERSAN, S. A. **Resíduos classe I ou resíduos classe II: qual é a diferença.** Disponível em: < <http://info.opersan.com.br/res%C3%ADduos-classe-i-ou-res%C3%ADduos-classe-ii-qual-%C3%A9-a-diferen%C3%A7a> > Data: 20/03/2018.

PRODANOV, C. C. **Metodologia do trabalho científico recurso eletrônico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico** / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013

RABELO, M. H. S.; SILVA, E. K; PERES, A. P. Análise de Modos e Efeitos de Falha na avaliação dos impactos ambientais provenientes do abate animal. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 79-86, 2014.

ROSA, L., et al. Avaliação de impactos socioambientais de microempresas de lavagens de veículos: uma contribuição à gestão ambiental. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)**, n. 23, p. 36-47, 2012.

ROOS, C., et al. Aplicação da ferramenta FMEA: Estudo de caso em uma empresa do setor de transporte de Passageiros. **Tecno-Lógica**, v. 11, n. 1, p. 29-32, 2007.

SEBRAE. **Experiência Sebrae em implantação de gestão ambiental em micro e pequenas empresas.** – Brasília: Sebrae, 2004. 76 p.

SENNA, A. J. T., et al. Avaliação dos aspectos e impactos ambientais de um prédio de uma instituição de ensino superior com o uso da ferramenta FMEA. In: **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO.** 2012.

STAMATIS, D. H. **Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution.** Quality Press, 2003.

TERRA CEREZINI, M.; MARTINS, A, K; QUERO POLLI, Henrique. Avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma instituição de ensino com o uso da ferramenta FMEA. **Interfac EHS**, v. 11, n. 1, 2016.

TARTUCE, Fl. A MP 881/19 (liberdade econômica) e as alterações do Código Civil. **Primeira parte: Desconsideração da personalidade jurídica e função social do contrato.** Disponível em: < <https://www.migalhas.com.br/dePeso/16,MI301612>.

VANDENBRANDE, W. W. How to use FMEA to reduce the size of your quality toolbox. **Quality progress**, v. 31, n. 11, p. 97, 1998.

YIN, R. K. **Estudo de Caso-: Planejamento e métodos.** Bookman editora, 2001.

ZAMBRANO, T. F; MARTINS, Manoel Fernando. Utilização do método FMEA para avaliação do risco ambiental. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 2, p. 295-309, 2007.