

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA – IFPB
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN, INFRAESTRUTURA E AMBIENTE
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO
AMBIENTAL

ALESSANDRA MACIEL CORREIA FELIX

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA NA ANÁLISE DOS ASPECTOS E
IMPACTOS AMBIENTAIS NO INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – *CAMPUS*
JOÃO PESSOA.

JOÃO PESSOA

2018

ALESSANDRA MACIEL CORREIA FELIX

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA NA ANÁLISE DOS ASPECTOS E
IMPACTOS AMBIENTAIS NO INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – *CAMPUS*
JOÃO PESSOA.

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do grau de
Tecnólogo em Gestão Ambiental, pelo Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da
Paraíba - *Campus* João Pessoa.

Prof. Me. Adriano Lucena Silva

JOÃO PESSOA

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

F316a

Felix, Alessandra Maciel Correia.

Aplicação da ferramenta FMEA na análise dos aspectos e impactos ambientais no Instituto Federal da Paraíba – *campus* João Pessoa / Alessandra Maciel Correia Felix. – 2018.

67 f. : il.

TCC (Graduação – Tecnologia em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba / Unidade Acadêmica de Design, Infraestrutura e Ambiente, 2018.

Orientação : Prof. Me. Adriano Lucena Silva.

1. Meio ambiente – desenvolvimento sustentável. 2. Impacto ambiental – laboratórios. 3. ISO 14000. 4. Ferramenta FMEA. I. Título.

CDU 502.131.1

Lucrecia Camilo de Lima
Bibliotecária
CRB 15/132

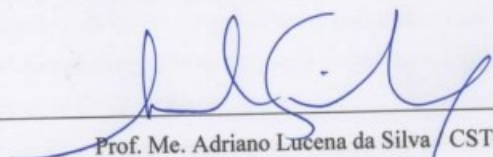
TERMO DE APROVAÇÃO

TERMO DE APROVAÇÃO

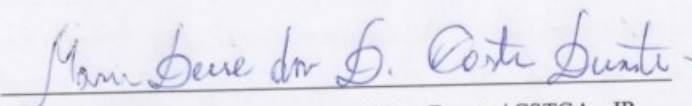
Alessandra Maciel Correia Felix

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA NA ANÁLISE DOS ASPECTOS E
IMPACTOS AMBIENTAIS NO INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – *CAMPUS*
JOÃO PESSOA.

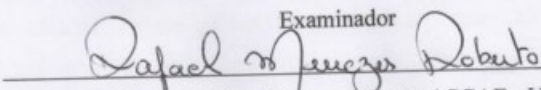
Trabalho de conclusão de curso aprovado em 23 de fevereiro de 2018 como requisito parcial à obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - *Campus* João Pessoa, pela seguinte banca:



Prof. Me. Adriano Lucena da Silva / CSTGA - JP
Orientador



Prof. Me. Maria Deise das Dores Costa Duarte / CSTGA - JP

Examinador


Prof. Me. Rafael Menezes Roberto / CCAE - UFPB
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, ao meu
Major (in memoriam), e a
minha pequena, Liz. Com
todo o meu amor e gratidão.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Alexandre e Cristiane, que são meus maiores incentivadores e os maiores orgulhos que carrego. A vocês minha imensa gratidão! Não seria nada e nem teria chegado aqui se não fosse pelos esforços de vocês, em oferecer sempre o melhor para mim e meus irmãos.

Agradeço também aos meus irmãos Lucas e Raphael, por todas as vezes que os acordei cedo para pegar carona e não chegar atrasada em uma prova ou aula, e eles nunca terem me negado esse favor.

A minha avó Zezé, por mesmo de longe torcer e rezar por mim, e acreditar sempre que eu conseguiria fazer qualquer coisa que eu quisesse.

Aos meus filhos de quatro patas, Sirius e Luma por todos os beijos, por tirarem meu estresse durante todo período de produção do meu trabalho de pesquisa.

Ao meu namorado Emmanuel, por me apoiar, incentivar, puxar minha orelha para escrever esse TCC, por ser tão companheiro. Eu amo você!

A minha cunhada Domênica, por ter me ajudado com dicas para melhorar o entendimento.

A Alisson por ter sido minha dupla durante toda a graduação e por quem eu tenho um carinho imenso, obrigada por tudo, por ser parceiro nas reprovações, por virar a noite comigo estudando, pelos risos e por você ser canceriano.

Ao meu orientador Adriano Lucena, que foi a maior surpresa dessa reta final. Obrigada por toda paciência, por me guiar, por ter sido minha inspiração durante a disciplina de Certificação e Auditoria para desenvolver este trabalho.

A todos que fazem o Programa de Monitoramento de Água, principalmente a Tânia por ter estado disponível para qualquer informação que eu precisasse, mesmo sendo tão atarefada. Aos técnicos Felipe Batista e Greyce, por discutirem comigo minuciosamente meus resultados.

Ao Coordenador do Curso, Arilde Franco Alves, por ser sempre solícito e fazer tudo que está ao seu alcance em prol dos discentes do Curso de Gestão Ambiental.

A todos os professores que contribuíram para minha formação acadêmica.

A Marianna, Marina, Thays, Tao, Carlos, Igor e Gabriel.

A minha turma de 2013.1, mais conhecida por: E quem é você, na fila do pão?!

RESUMO

As organizações que se preocupam com as questões ambientais necessitam sistematizar mecanismos de gestão para conhecer e controlar seus processos. O conhecimento dos aspectos e impactos ambientais relacionados a estes processos típicos contribui para a organização fundamentar sua gestão ambiental e alcançar desempenho ambiental sempre satisfatório. Diante disto, objetivou identificar e avaliar os aspectos e impactos ambientais relacionados aos processos das atividades desenvolvidas nos laboratórios de microbiologia, águas, físico-química e unidade de estoque que atende ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental e ao Curso Técnico Integrado ao Meio Ambiente em Controle Ambiental do *Campus* João Pessoa, contribuindo assim para sistematização futura de um Sistema de Gestão Ambiental, a partir da utilização da ferramenta FMEA - *Failures Mode and Effects Analysis*. O uso da ferramenta a partir da coleta de dados e observações feitas nos segmentos do escopo demonstrou resultados satisfatórios, propiciando a produção do quadro de prioridades determinado pelo Índice de Risco Ambiental – IRA, resultando em níveis de prioridades I, II, III e IV. Assim, constatou-se a necessidade de priorizar sete aspectos e impactos correspondentes a prioridades I que diz respeito a condição do IRA ser maior/igual a cem com ausência de controle dos seus impactos, e, II por apresentar IRA maior/igual a cem com controle dos seus impactos, tratados nesta pesquisa como aspecto e impactos prioritários face a sua natureza de implementação. A identificação dos aspectos e impactos ambientais relacionados aos processos desenvolvidos no âmbito dos segmentos do escopo definido no estudo, a partir da ferramenta FMEA adaptada, demonstrou ser um ponto de partida viável para implementação de um Sistema de Gestão Ambiental sistematizado e com foco no controle dos aspectos e impactos ambientais relacionados a viabilidade de implementações das ações recomendadas.

Palavras-chaves: FMEA; IRA; Aspectos e impactos ambientais.

ABSTRACT

Organizations that care about environmental issues need to systematize management mechanisms to know and control their processes and the related environmental aspects and impacts. Knowledge of the environmental aspects and impacts will help the organization to base its environmental management and achieve satisfactory environmental performance. As of that, the objective was to identify and evaluate the environmental aspects and impacts related to the activities developed in the laboratories of microbiology, water, physicochemistry and the inventory units of the Superior Course in Environmental Management Technology and Integrated Technical Course in Environmental Control of the João Pessoa *Campus*, thus contributing to the future systematization of an environmental management system, from the use of FMEA - Failures Mode and Effects Analysis. The use of the tool from the data collection and observations made in the scope segments demonstrated satisfactory results, propitiating the production of the priority table determined by the Environmental Risk Index (IRA), resulting in priority levels I, II, III and IV. Thus, it was verified the need to prioritize seven aspects and impacts corresponding to priorities I that concerns the condition of the IRA to be greater / equal to one hundred with no control of its impacts, and II for having an ARI greater than / equal to one hundred control of their impacts, treated in this research as a priority aspect and impacts in view of its implementation nature. Therefore, the identification of the environmental aspects and impacts related to the processes developed within the scope segments defined in the study, based on the adapted FMEA tool, proved to be a viable starting point for the implementation of a systematized Environmental Management System with a focus on the control of environmental aspects and impacts related to the feasibility of implementing the recommended actions.

Keywords: FMEA; IRA; Aspects and Environmental Impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Processo de elaboração de norma pela ISO	20
Figura 2. Disposição dos requisitos da ISO 14001:2015 em relação ao ciclo do PDCA	23
Figura 3. Processo de Certificação	27
Figura 4. Localização do escopo na área do IFPB – Campus João Pessoa	30
Figura 5. Laboratório de Microbiologia	30
Figura 6. Laboratório de Águas.....	31
Figura 7. Laboratórios de Físico-Química	31
Figura 8. Unidade de Estoque	32
Figura 9. Armazenamento dos Resíduos Químicos no Laboratório de Águas.....	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Recorrência dos Aspectos Ambientais por Segmento do Escopo	41
Gráfico 2. Recorrência dos Impactos por Segmento do Escopo	41
Gráfico 3. IRA por Segmentos do Escopo.....	42
Gráfico 4. Qualificação de Prioridades.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Ferramenta do FMEA elaborada por Vandenbrand (1998)	33
Quadro 2. Ferramenta FMEA adaptada por Campani et al. 2006)	34
Quadro 3. Modelo do FMEA adaptado.....	34
Quadro 4. Classificação para a gravidade do impacto	36
Quadro 5. Classificação para ocorrência da causa	37
Quadro 6. Classificação para detecção.....	37
Quadro 7. Classificação para efetividade.....	38
Quadro 8. Determinação de prioridade dos IRA's	38
Quadro 9. Processos por segmento no escopo	40
Quadro 10. Laboratório de Microbiologia	44
Quadro 11. Laboratório de Águas	46
Quadro 12. Laboratório de Físico-Química	48
Quadro 13. Unidade de Estoque.....	49

SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CD - *Committee Draft* (Projeto de Comitê)

CBAC - Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade

CONMETRO - Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

CMMAD - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

CSTGA – Curso Superior Tecnologia em Gestão Ambiental.

CT - Comitê Técnico

DDT - *Dicloro Difenil Tricloroetano*

DIS - *Draft International Standard* (Projeto de Norma Internacional)

EPN - *Environmental Priority No* (Número de Prioridade Ambiental)

FDIS - *Final Draft International Standard* (Projeto Final de Norma Internacional)

FMEA – *Failures Mode and Effects Analysis* (Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial)

GA – Gestão Ambiental

IAF - *International Accreditation Forum* (Fórum Internacional de Acreditação)

IFPB – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

IRA – Índice de Risco Ambiental

IS - *International Standard* (Padrão Internacional)

ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização)

JP – João Pessoa

OCC - Organismo de certificação credenciado

ONU – Organização das Nações Unidas

NBR – Norma Brasileira

NWIP - *New Work Item Proposal* (Nova Proposta de Trabalho)

PDCA – *Plan, Do, Check, Act* (Planejar, Fazer, Checar, Agir)

PMA – Programa de Monitoramento de Água

SINMETRO - Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

SG – Sistema de Gestão

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

WD - *Working Draft* (Projeto de Trabalho)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.1.1 Objetivo Geral:	16
1.1.2 Objetivo Específico	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental	17
2.2 A série ISO 14000: diretrizes para a Gestão Ambiental	20
2.3 A ABNT NBR ISO 14001:2015 “Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso”	22
2.4 O Processo de Certificação	26
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
6. REFERÊNCIAS:	55
APÊNDICE.....	58
APÊNDICE A – Resultado da Aplicação da Ferramenta FMEA adaptada	59

1. INTRODUÇÃO

O crescente interesse das organizações¹ por práticas que buscam instituir cada vez mais o desenvolvimento sustentável tem cobrado o conhecimento e implementação de alternativas que possam auxiliar nesse processo. O Sistema de Gestão Ambiental baseado na norma ISO 14001 é uma referência global nesse sentido. Esta norma é reconhecida mundialmente e serve como base para a melhoria constante do desempenho ambiental pelas organizações que a utilizam.

A ISO 14001 se encontra na sua terceira versão, a primeira foi publicada no ano de 1996. Nesses onze anos de existência foram feitas atualizações para adequá-la as necessidades vigentes das organizações e aos novos paradigmas relacionados às questões ambientais da sociedade.

A sua mais nova versão, foi lançada no ano de 2015 e trouxe inúmeras mudanças. Assim, para facilitar a implementação juntamente com todas as normas de Sistema de Gestão da ISO, a exemplo da ISO 9001 norma da qualidade, e uma em processo de atualização, que irá substituir a OSHAS 18001, norma destinada às questões de gestão de saúde e segurança ocupacional, denominada ISO 45001, todas essas normas passaram a seguir um padrão estabelecido pelo Anexo SL², documento de determinação de parâmetros de uniformização de sistemas de gestão estabelecido pela ISO, tendo em vista garantir a sinergia e integração dos sistemas de gestão.

É importante salientar que estas normas se aplicam a qualquer tamanho e natureza da organização, e não é de caráter obrigatório e nem fiscalizador. Podendo também ser aplicada tanto na organização como um todo, ou apenas em parte dela.

No entanto, para a implementação de um sistema de gestão ambiental é fundamental que se conheça seus aspectos e impactos ambientais, afim de que se tenha a percepção de como eles se configuram diante dos seus processos. Posto que um único processo pode apresentar aspectos e impactos diferentes. Assim, essa identificação contribui para que se tenha um melhor entendimento da gestão da organização e estabeleça parâmetros confiáveis para implementação de um sistema de gestão ambiental.

¹ Organização: pessoa ou grupo de pessoas com suas próprias funções com responsabilidades, autoridades e relações para alcançar seus objetivos. (ABNT NBR ISO 14001:2015)

²Anexo SL é uma estrutura de alto nível, requisitos e definições padrão aplicável a todas as Normas ISO de Sistema de Gestão.

De acordo com a ABNT NBR ISO 14001:2015 aspecto ambiental é o elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização, que interage ou pode interagir com o meio ambiente; e impacto, é a modificação no meio ambiente, tanto adversa como benéfica, total ou parcialmente resultante dos aspectos ambientais de uma organização.

Para auxiliar na identificação de aspectos e impactos ambientais, que está entre um dos pontos cruciais para a formatação de um Sistema de Gestão Ambiental - SGA, foi utilizado no estudo a ferramenta *Failures Mode and Effects Analysis* - FMEA (tradução livre: Análise de Modo e Efeitos de Falha). Esta ferramenta permitiu classificar de forma sistemática os aspectos e impactos ambientais prioritários pelos segmentos do escopo, que foi definido neste trabalho como sendo as áreas do laboratório de microbiologia, laboratório de água, laboratório de físico-química e unidade de estoque, todos eles atendem o Curso Superior em Tecnologia de Gestão Ambiental e Curso Técnico Integrado em Controle Ambiental, do Instituto Federal da Paraíba – *Campus* João Pessoa.

Diferentemente de outras configurações para análise de aspectos e impactos, a ferramenta FMEA prioriza uma classificação a partir do entendimento dos processos inerente ao escopo determinado.

Desse modo, considerando o escopo e a ferramenta FMEA visualizou-se a oportunidade de trabalhar na identificação e qualificação dos aspectos e impactos ambientais relacionados aos processos desenvolvidos nos laboratórios e unidade de estoque que atende ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental (CSTGA – JP) e Curso Técnico Integrado em Controle Ambiental (CTICA –JP) formatou-se o questionamento: como os aspectos e impactos ambientais provocados pelos processos desenvolvidos nos laboratórios e unidade de estoque do CSTGA – JP e CTICA –JP são identificados e/ou controlados?

O escopo referencial circunscrito aos laboratórios de microbiologia, água, físico-químicas e unidade de estoque é responsável pela produção de aspectos e impactos ambientais que carecem de identificação e qualificação sistemática, diante dessa constatação, o estudo permite vislumbrar o desenvolvimento de futuros planos de gerenciamentos pautados nas questões ambientais de maior urgência relativa aos processos do escopo em estudo.

Guiado por este entendimento o estudo foi estruturado em cinco capítulos, tendo no primeiro uma breve contextualização acerca da ISO 14001 e sua relação com os

negócios e sua inserção global. O segundo aborda a norma como uma ferramenta da Gestão Ambiental. No terceiro capítulo se encontram os procedimentos metodológicos, onde é feita uma explicação de como ocorreu a adaptação da ferramenta do FMEA, e da sua contribuição para este estudo. O quarto capítulo expõe os resultados e as discussões dos dados captados no estudo. Por fim, o quinto capítulo expõem as considerações finais, permitindo vislumbrar como esse trabalho poderá contribuir para uma futura implementação de um SGA tendo como referência o escopo referencial da pesquisa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral:

- Identificar e avaliar os aspectos e impactos ambientais relacionados aos processos das atividades desenvolvidas nos laboratórios de microbiologia, águas, físico-química e unidade de estoque do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental e Curso Técnico Integrado em Controle Ambiental do *Campus* João Pessoa, contribuindo assim para sistematização futura de um Sistema de Gestão Ambiental.

1.1.2 Objetivo Específico:

- Sistematizar um entendimento das normas ISO da família 14000, com ênfase na atualização da norma relativa ao Sistema de Gestão Ambiental;
- Descrever os espaços relacionados ao escopo em estudo;
- Identificar e qualificar os aspectos e impactos ambientais relacionados ao escopo em estudo utilizando a ferramenta FMEA adaptada;
- Definir e propor ações de controle para os aspectos e impactos de maior prioridade relacionados ao escopo em estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental

A preocupação com o esgotamento dos recursos naturais surgiu com a percepção após a Revolução Industrial, de que a capacidade do ser humano em alterar o meio ambiente aumentou significativamente, levando a consequências positivas e negativas e evidenciando uma interdependência entre a economia e o meio ambiente (SEIFFERT, 2007, p.17).

Em 1945 estudiosos norte-americanos começaram a estudar o efeito do *Dicloro Difenil Tricloroetano* - DDT no meio ambiente, inspirando posteriormente a escritora Rachel Carson a escrever “Primavera Silenciosa” um livro publicado em 1962, e que se tornaria referência para os movimentos ambientalistas de todo o mundo e, por conseguinte, para toda a sociedade. Em seu livro ela denuncia as consequências do uso do DDT e suas consequências na quebra da cadeia alimentar e a relação dos pesticidas com a morte de predadores na cadeia alimentar dos ecossistemas. O estudo é um marco no tratamento das questões ambientais.

Na década de 70 um grupo intitulado Clube de Roma, lançou “Os Limites do Crescimento” utilizando de conceitos matemáticos, para demonstrar a incapacidade do planeta terra em manter seu equilíbrio tanto por efeitos do crescimento populacional como da poluição (GURSKY *et al*, 2012, p. 69).

Em decorrência disto, a Organização das Nações Unidas - ONU organizou a I Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo no ano de 1972, conhecida como Conferência de Estocolmo. Momento importante para as questões ambientais, em que o gerenciamento ambiental e o uso da avaliação ambiental como uma ferramenta de gestão representaram um grande passo para o desenvolvimento do conceito de desenvolvimento sustentável (BORGES *et al apud* MEBRATU, 1998, p. 4).

Após dez anos da Conferência de Estocolmo, é criada pela ONU a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - CMMAD, que resultou no Relatório Brundtland ou Nosso Futuro Comum. A partir de então, um paradigma de pensamento renovado sobre o modelo de desenvolvimento é ampliado pelo mundo. Assim, uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados e reproduzido pelas nações em desenvolvimento é formatada,

ressaltando os riscos do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas.

O Relatório Brundtland também contribuiu para comunidade internacional com a construção do conceito de desenvolvimento sustentável, em que sustenta a ideia do atendimento das demandas atuais sem o comprometimento do acesso aos recursos ambientais pelas gerações futuras. No entanto, Seiffert (2011 p. 28) discorre que foi o holandês Ignacy Sachs quem amadureceu o conceito de desenvolvimento sustentável, que o mesmo só poderá ser alcançado através de um equilíbrio integrado entre cinco dimensões de sustentabilidade ou pressupostos básicos: ecológica, social, econômica, cultural (respeito às especificidades culturais e importância da conscientização ambiental através da educação) e geográfica ou espacial (cujo foco é uma configuração rural - urbana equilibrada).

Após as importantes contribuições conceituais dos anos anteriores. No Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, ano de 1992 ocorreu II Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), em que importantes documentos relativos aos problemas socioambientais globais, dentre eles: a declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a Convenção sobre Mudanças Climáticas, a Convenção da Biodiversidade e a Agenda 21 foram aprovados e reconhecidos pela comunidade internacional.

A Agenda 21 veio a ser o mais importante dentre os documentos reconhecidos pela (Rio-92).

Seu documento define diretrizes mais abrangentes para alcançar a sustentabilidade e que podem ser adotadas por cada nação desde o nível municipal até o internacional. Para a implantação de suas diretrizes, que almejam o desenvolvimento sustentável em níveis mais abrangentes, os governos devem estabelecer planos de ação para a implantação de políticas ambientais mais adequadas. (SEIFFERT, 2011, p. 108)

A partir deste contexto de evolução nas questões ambientais, a sociedade e em reflexo as organizações, agregaram aos seus processos produtivos ideias, elementos e o desenvolvimento de percepções de caráter menos utilitarista dos recursos naturais. Assim, a sociedade e por extensão as organizações, estabeleceram uma percepção renovada relacionada às questões ambientais face ao paradigma produtivo majoritário anterior.

Um dos resultados do processo de discussões em torno dos problemas ambientais e de como promover o desenvolvimento econômico em sintonia com os recursos ambientais foi o aprimoramento da gestão ambiental. Barbieri (2011, p. 21)

destaca que passamos de uma gestão ambiental pautada em ações governamentais direcionadas em enfrentar a escassez de recursos naturais, para uma gestão ambiental centrada na abordagem socioambiental, em que existe o reconhecimento do valor da natureza e a necessidade do desenvolvimento de sistemas de produção e consumo sustentáveis, tendo em vista, as necessidades humanas presentes e futuras.

Diante desse novo entendimento, a relação entre o meio ambiente e as organizações estabeleceram uma gestão ambiental por meio de diretrizes e partes interessadas em que adotam políticas ambientais de melhorias em produtos, processos e serviços, levando em consideração o ambiente interno e externo. Pois só a partir desse reconhecimento, as organizações podem pôr em prática o controle dos aspectos e impactos ambientais e melhorar continuamente seus sistemas de gestão ambiental.

Para tanto, normas de auto-regulamentação como as desenvolvidas pela *International Organization for Standardization* - ISO (tradução livre: Organização Internacional de Normalização) representam o reconhecimento da importância da gestão ambiental sistematizada e adequada às diferentes organizações. A família de normas ISO 14000 resultantes do processo de discussão em torno dos problemas ambientais e de como promover o desenvolvimento econômico sustentável, é uma contribuição significativa e efetiva ao reconhecimento do valor das questões ambientais para as organizações em todo o mundo.

Com essa série de normas publicadas, e com a participação do Brasil na elaboração de normas ambientais, as organizações brasileiras e mundiais podem formular suas políticas e objetivos ambientais, pautados sempre pelos requisitos legais e as informações referentes aos aspectos e impactos ambientais. E nesse processo reconhecem-se obstáculos inerentes à promoção de ideais sustentáveis em um mundo capitalista e inevitavelmente preocupado com a maximização da produção e do consumo.

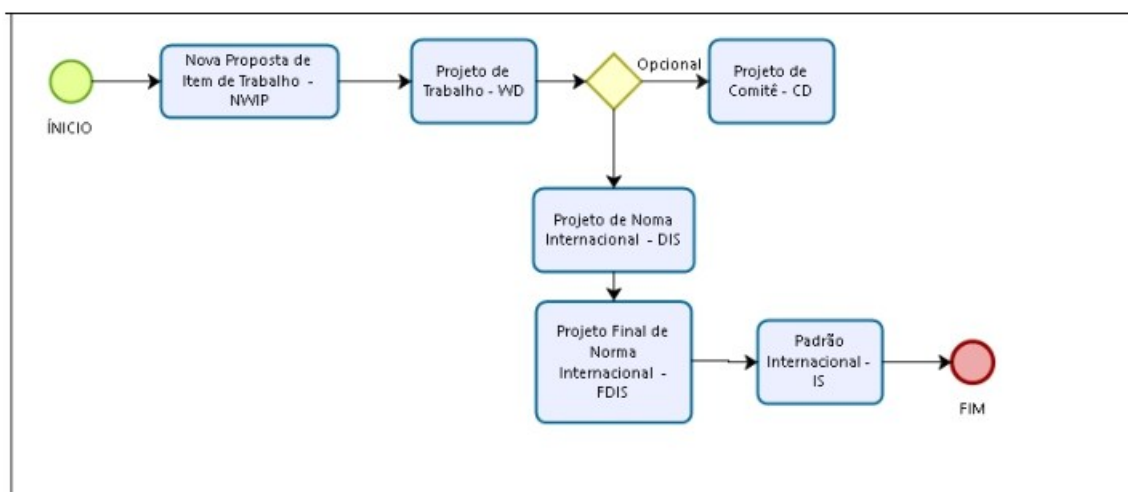
No entanto, é importante pontuar a relevância do papel das normas ISO no processo de reformulação da gestão ambiental, sobretudo as relativas a série ISO 14000, pois são normas de autoimposição e têm a capacidade de aproximar organizações do mundo todo, de acordo com seus interesses ambientais e econômicos contribuindo para construção de um ambiente nas relações de produção e comercial mais ambientalmente sustentáveis.

2.2 A série ISO 14000: diretrizes para a Gestão Ambiental

A série ISO 14000 é fruto de um intenso trabalho realizado pela ISO, fundada em 1947 com sede em Genebra na Suíça. A ISO é uma organização não governamental, que tem por finalidade estabelecer normas representativas que garantam maior efetividade nos acordos entre as diferentes organizações localizadas nos mais variados países pelo globo. O Brasil integra a ISO, como membro fundador e com direito a voto, através da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

O processo de elaboração das normas ISO pode ser constatado de modo sucinto na Figura 1 “Processo de elaboração de normas pela ISO”.

Figura 1. Processo de elaboração de norma pela ISO



Fonte: Autora, 2017

A partir da apresentação do “Processo de elaboração de norma pela ISO” com uso da ferramenta BIZAGI³ as etapas da elaboração de normas pela ISO pode ser descrita de forma objetiva da seguinte forma: *New Work Item Proposal* - NWIP (tradução livre: Nova Proposta de Trabalho), é a etapa onde analisa-se o tema, a sua aceitação mundial e acontece a submissão para votação aos membros do Comitê Técnico (CT). Por conseguinte, passa pelo *Working Draft* - WD (tradução livre: Projeto de Trabalho), onde é feito o primeiro rascunho de trabalho, a ser votado pelo CT.

Essa etapa define se o rascunho vai para o *Committee Draft* - CD (tradução livre:

³BizagiModeler é um software de modelagem descritiva, analítica e de execução, de processos de negócio utilizando a notação Business Process Management Notation (BPMN) Notação de Gerenciamento de Processo de Negócio.

Projeto de Comitê) ou se segue direto para o *Draft International Standard* - DIS (tradução livre: Projeto de Norma Internacional). Caso o rascunho chegue ao CD, eles são circulados entre os membros, até chegar ao consenso sobre o seu conteúdo técnico, e segue para o DIS. No DIS o rascunho já pode ser considerado um projeto de norma internacional, caso seja aprovado pelo secretariado central da ISO. A próxima etapa é o *Final Draft International Standard* - FDIS (tradução livre: Projeto Final de Norma Internacional), aqui ocorrem revisões significativas do rascunho final, caso seja necessário. A última fase é o *International Standard* - IS (tradução livre: Padrão Internacional) em que é elaborada a versão final, e posteriormente publicada pela ISO.

Após o trâmite necessário pela estrutura institucional de formação das normas ISO, o projeto definitivo das normas necessita ser adequado ao idioma de cada país através de seus órgãos nacionais com representação na ISO, no caso do Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Com base site da ABNT, na sessão ABNT Catálogo pode-se dizer que atualmente no Brasil vinte e quatro normas da série ISO 14000 são vigentes. Para Seiffert (2011, p. 193) essas normas são fundamentais para o processo de gestão ambiental organizacional, apresentando funções complementares e não excludentes.

Trata-se de um conjunto de normas criadas visando à padronização dos meios necessários para trabalhar as questões ambientais. Qualquer tipo de organização que tenha o desejo de controlar seus aspectos e impactos de forma sistemática encontrará nas normas da família ISO 14000 um norte orientador, em que o objetivo é buscar permanentemente avançar na melhoria e na qualidade ambiental dos serviços, produtos e ambiente de trabalho, tendo em vista compatibilizar as questões ambientais aos processos inerentes à produção.

No entanto, a norma ISO 14001 que trata da regulamentação do Sistema de Gestão Ambiental é seguramente a de maior destaque, pois a norma técnica é um verdadeiro instrumento organizacional de gestão ambiental, que possibilita a qualquer organização, seja pequena ou grande, de natureza pública ou privada, o controle dos seus aspectos e impactos ambientais, podendo ainda viabilizar a obtenção de uma certificação ambiental.

2.3 A ABNT NBR ISO 14001:2015 “Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso”

Segundo Seiffert (2007, p. 23) o surgimento da norma ISO 14001 veio como resultado do processo de discussões em torno dos problemas ambientais e de como promover o desenvolvimento econômico sustentável. A sua primeira versão publicada em 1996 definiu critérios para a implantação do Sistema de Gestão Ambiental - SGA com foco no gerenciamento dos impactos. A segunda foi em 2004, e trouxe como destaque o conceito de desempenho ambiental.

A versão atual foi publicada em 2015, e surgiu a partir da ideia de compatibilidades com as demais normas de gestão existentes da ISO. Esse entendimento foi possível a partir da criação prévia de uma estrutura de alto nível, conhecida como Anexo SL, com a finalidade de alinhar as normas, para facilitar o uso de sistemas integrados de gestão.

Visto que em versões anteriores as normas da Qualidade, Gestão Ambiental entre outras, partilhavam de requisitos dispostos em seções diferentes e entendimentos de aplicabilidade pouco sintonizados tornando o uso integrado das normas uma atividade de complexa implementação.

Assim, o Anexo SL assegurou a consistência nos processos de elaboração e revisão de normas facilitando sua utilização integrada por parte das organizações. Além disso, garante que importantes elementos como: análise dos fatores internos e externos que condicionam a organização; determinação das Partes Interessadas (PI), suas necessidades e expectativas; adoção de um pensamento baseado em risco e oportunidades; e, a liderança e compromisso da gestão, estejam presentes em todas as normas de Sistema de Gestão – SG. (APCER, 2016, p.24)

Diante deste contexto, a construção do Anexo SL pela ISO contribui para a utilização mais harmoniosa dos diferentes sistemas de gestão, pois as estruturas das normas de sistemas de gestão passarão a utilizá-lo como referência em sua elaboração.

No entanto, o novo paradigma de organização da norma ISO 14001: 2015 não modificou a metodologia de referência utilizada pela ISO para o planejamento e implementação dos diferentes sistemas de gestão, o PDCA⁴ continua a ser o fio condutor para o processo de implantação do Sistema de Gestão ambiental, bem como os

⁴O norte americano Walter Andrew Shewhart criou o ciclo Specify-ProductInspect (Especificar-Fazer-Inspeccionar), conceito essencial da gestão da qualidade. William Edwards Deming introduziu o conceito no Japão após a II Guerra Mundial, complementando o ciclo de Shewhart com mais uma fase. Assim surgiu o PDCA, que também é conhecido como o ciclo de Deming. (CARVALHO, G. L *et al*, 2010)

demais sistemas de gestão atualizados pela ISO.

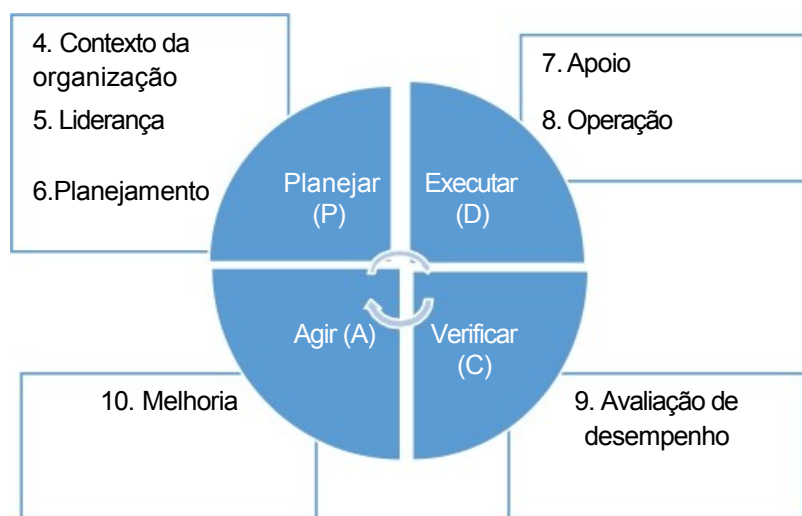
Segundo a ABNT NBR ISO 14001: 2015, o ciclo do PDCA pode ser brevemente descrito como: a) Plan (planejar): estabelecer os objetivos ambientais e os processos necessários para entregar resultados de acordo com a política ambiental da organização, b) Do (executar): implementar os processos conforme planejado, c) Check (verificar): monitorar e medir os processos em relação à política ambiental, incluindo seus compromissos, objetivos ambientais e critérios operacionais, e reportar os resultados, d) Act (agir): tomar ações para melhoria contínua.

Assim, a metodologia apresentada permite que as organizações tenham um aumento na qualidade e eficiência dos seus produtos e processos, a partir do monitoramento e análises periódicas, resultando em tomadas de decisões efetivas para o sistema implantado.

Dentro desse contexto, aplica-se a metodologia do PDCA a todos os requisitos da ISO 14001:2015, possibilitando estabelecer, implementar e manter uma política ambiental, com base numa liderança efetiva e comprometida exercida pela Alta Direção em relação ao seu SGA.

A figura 2 “Disposição dos requisitos da ISO 14001:2015 em relação ao ciclo do PDCA” abaixo apresenta uma disposição dos requisitos da norma ISO dentro de uma perspectiva de funcionamento do ciclo do PDCA, podendo ser possível visualizar uma interação entre os momentos que compõem a metodologia do PDCA, e a nova versão da norma. Vale destacar que se trata dos requisitos que podem ser auditados.

Figura 2. Disposição dos requisitos da ISO 14001:2015 em relação ao ciclo do PDCA



Fonte: Autora, 2017

Partindo desse entendimento observa-se no Planejar, correspondentes aos itens 4. “Contexto da Organização”, 5. “Liderança” e 6. “Planejamento”, a fase preliminar e de significativa importância para o processo do PDCA, pois serão definidas as partes interessadas, as questões externas e internas que possam afetar a capacidade de alcançar resultados pretendidos. Também é nesta fase que a Alta Direção, de forma contundente, deve demonstrar comprometimento com o seu SGA, para estabelecer, implementar e manter sua política ambiental. A forma como os resultados das ações será avaliada; o que será feito; por quem, e como se definem esses elementos no planejamento. A falta de planejamento ou um mal planejamento poderá interferir em etapas posteriores, repercutindo negativamente em todo o SGA.

Nesta fase, a nova versão da norma tem como destaque o requisito 5.1: Liderança e comprometimento de modo contundente ao determinar que “A Alta Direção deve demonstrar liderança e comprometimento com relação ao sistema de gestão ambiental promovendo a melhoria contínua”. (ABNT NBR ISO 14001:2015, p. 8)

Quanto ao momento da Execução verifica-se que a organização deve prover esses recursos, manter informação documentada das ações planejadas, da política ambiental, dos aspectos e impactos significativos independentemente do meio. Contudo que ela possa ser acessível a todas as partes. Também deve-se realizar simulações das ações planejadas para as respostas de emergência, que devem ser revistas e analisadas criticamente ao término de cada teste.

Os itens 7. “Apoio” e o item 8. “Operação” são pertencentes ao momento de execução do PDCA. A norma em sua versão mais atual, aponta nessa fase para uma visão mais detalhada da comunicação, dividindo-a em comunicação interna e externa assegurando que a informação ambiental comunicada, seja compatível com as demandas do SGA e substanciada por informações documentada, controladas e atualizadas.

O requisito 9. “Avaliação de desempenho” corresponde ao momento da metodologia utilizada pela ISO 14001:2015 ao Verificar no ciclo do PDCA. Nesse momento, o desempenho ambiental do SGA deve ser monitorado, medido, analisado e avaliado. Na verificação é importante destacar o papel das auditorias internas que possibilita em grande parte a manutenção e promoção de informações sobre o SGA, visando a melhoria contínua no SGA.

As auditorias internas são as que ocorrem dentro da própria organização e é designado pela Alta Direção quem irá ser o auditor interno, que pode ser um único

auditor, ou um grupo de auditores internos. Quando falo em Alta Direção, fica entendido como o nível hierárquico mais alto da organização. Esses auditores são capacitados para desenvolver propósitos internos. O requisito 9.2.1 aborda sobre a condução periódica de auditorias internas com intervalos planejados para prover informações se o SGA está implementado e mantido com eficácia.

A última etapa da metodologia do PDCA pode ser visualizada pelo item 10 da norma, que se refere ao Agir. Neste item a organização deve determinar as oportunidades de melhorias para a etapa anterior, implementar as ações necessárias para alcançar os resultados pretendidos, reagir às não conformidades, realizar mudanças no seu sistema, se for necessário. O item 10.2 trata das não conformidades e ações corretivas e diz que a organização deve reter informação documentada como evidência.

Esse entendimento na nova versão da norma viabilizou à ISO 14001:2015 um maior envolvimento da Alta Direção com todos os processos envolvidos no SGA; uma abordagem do ciclo de vida devendo controlar seus impactos ambientais desde a aquisição/geração da matéria prima; a comunicação presente no item 7 “Apoio” ganha destaque por abranger a todos os envolvidos no processo ou fabricação de um produto, a informação que for pertinente para o sistema. Há mudança também na documentação, que passa a se chamar informação documentada podendo ser tida como registro. Todas as atualizações feitas nessa versão colaboram para um melhor funcionamento do sistema e um maior entendimento entre todos os níveis que compõem a organização.

O processo de planejamento e implementação do Sistema de Gestão Ambiental pode ser atrelado a necessidade ou ao desejo da organização de certificá-lo. Segundo Shigunov Neto *et al* (2009, p. 213) é importante que as empresas que se preparam para a obtenção do certificado, sejam autocríticas em relação ao seu desempenho ambiental, pois o mais importante não é corrigir os impactos gerados e sim preveni-los.

A certificação dá a organização a comprovação de que ela se preocupa em continuar melhorando o seu SGA, de modo que possa promover o desenvolvimento sustentável, podendo o seu sistema ter um alcance nacional e/ou internacional. Estreitando uma relação com aqueles que também possuam um certificado ambiental, e que tenham o mesmo interesse em produzir e prestar serviços, com diminuição dos seus aspectos e impactos ambientais.

2.4 O Processo de Certificação

Para obter uma certificação ambiental, a organização deve passar por auditoria externa. Existem dois tipos de auditorias externas, uma de segunda parte que são realizadas por interesses comuns entre duas organizações distintas. Normalmente são feitas por clientes, ou por outras pessoas em seu nome. E a auditoria de terceira parte, que se designa ao processo da certificação, e só podem ser realizadas por pessoas capacitadas para tal fim. Neste tipo de auditoria a organização não se envolve na realização da mesma, apenas contribui com o que lhe for solicitado para um melhor resultado.

Assim, é possível constatar que o processo de obtenção de uma certificação não é tarefa corriqueira, é um processo sistemático que engloba o planejamento e posteriormente, a implantação do SGA a partir de ações determinantes para a organização ser certificada.

Da série ISO 14000, a ABNT NBR ISO 14001 é a única norma certificável por conter requisitos que podem ser objetivamente auditados para fins de certificação. Para esse efeito, a organização deve estabelecer, documentar, manter e continuamente melhorar um SGA, em conformidade com os requisitos da norma. (BARBIERI, 2011, p. 156).

O processo de certificação representa um diferencial na gestão da organização, pois ganhará vantagem competitiva, viabilizando acesso a um mercado consumidor mais extenso e a garantia de uma melhor imagem pela sociedade e os organismos estatais de fiscalização e financiamento.

De acordo com dados obtidos junto ao site The ISO Survey (2015), de 2000 a 2015 foram constatadas 319.324 mil certificações, no mundo. O Brasil acumulou até o ano de 2015, 3.113 certificações.

Segundo Barbieri (2011, p. 193), cada país possui processos sistemáticos próprios para acreditar e controlar as atividades dos organismos de certificação, embora exista um esforço internacional para compatibilizar critérios e procedimentos, tendo à frente a ISO e o *International Accreditation Forum* - IAF (tradução livre: Fórum Internacional de Acreditação).

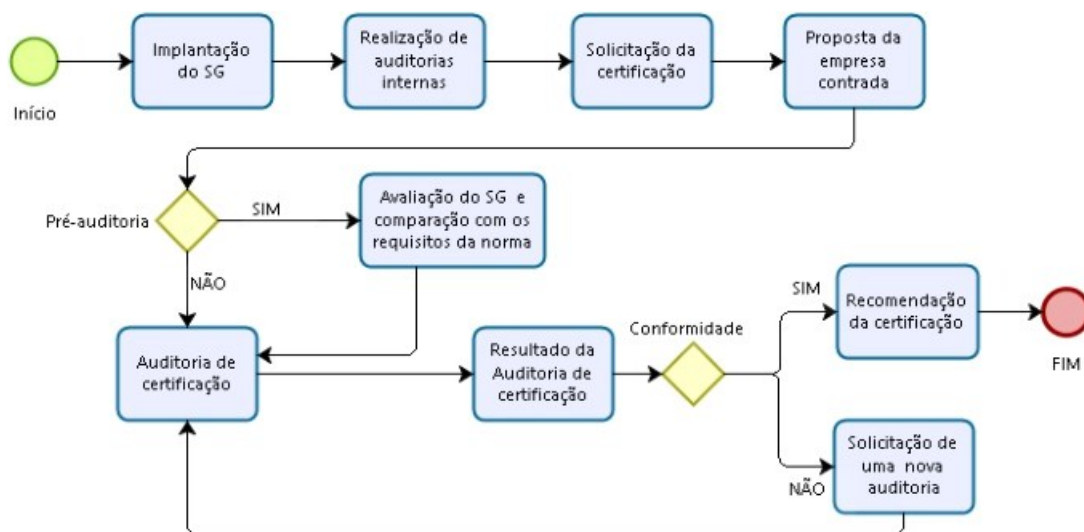
Quem estabelece os requisitos gerais para organismos de certificação no Brasil, é o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Sinmetro, estabelecido pela Lei 5.966 de 1973. As questões pertinentes ao credenciamento de

organismos de certificação são feitas pelo Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade – CBAC, que tem como responsabilidade assessorar o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro na estruturação de um sistema de avaliação de conformidade harmonizado internacionalmente e na proposição de princípios e políticas a serem adotadas (BARBIERI, 2011, p.193).

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), órgão executivo do Sinmetro e gestor do CBAC, é o responsável por credenciar as entidades certificadoras – OCC's, que realizarão auditorias nas empresas candidatas à certificação, sendo assim, o Inmetro controla os certificados emitidos (CAMPOS *et al*, 2009, p. 75). Em síntese, o processo de certificação no Brasil envolve os seguintes organismos: ABNT (organismo normalizador), Inmetro (organismo credenciador) e OCC's (organismo de certificação credenciado).

A Figura 3 “Processo de Certificação” destaca o processo simplificado de um Sistema de Gestão (SG), mostrando de forma clara e trazendo uma melhor visualização de como se dá esse processo na prática. Após a implantação do Sistema de Gestão, convém que a organização realize auditorias internas, pois estas facilitam o entendimento e colaboram com o aprimoramento do seu sistema. A partir do momento que a organização constata que o seu sistema está apto para iniciar o procedimento da certificação, é solicitado a um Organismo de Certificação Credenciado que se dê início ao processo de certificação.

Figura 3. Processo de Certificação



Fonte: Autora, 2017

Durante o processo, a organização pode ou não optar por fazer uma pré – auditoria, que consiste em avaliar seu sistema e ver onde pode haver pontos de melhoria, e se está conforme com as normas da ISO correspondente ao SG. A partir do momento que ela não opta pela pré-auditoria, a organização recebe a auditoria de certificação, que irá recomendar ou não a certificação. Caso não seja recomendado, é dado pela OCC um prazo para que a organização solicite novamente a auditoria. Quando a certificação é concedida, emite-se um certificado (que tem prazo de 40 dias para ser emitido) com a data que foi decidida a certificação. Este certificado tem a validade de três anos.

Assim, ciente de que todas as normas da série ISO 14000 são diretrizes para a gestão ambiental, é importante destacar que nenhuma delas têm caráter obrigatório. É escolha de a organização adotar seus requisitos tanto para implantar o SGA quanto para fins certificáveis. O que difere uma organização com a implementação do SGA para outra que não possui, é a estrutura para a proteção do meio ambiente e possibilidade de resposta às mudanças das condições ambientais em equilíbrio com as necessidades socioeconômicas.

Como pôde ser visto, este capítulo apresentou a evolução das questões ambientais, até se alcançar a gestão ambiental. O desenvolvimento das normas da família ISO 14000, resultante do processo de discussão em torno dos problemas ambientais e de como promover o desenvolvimento econômico, tendo como destaque a ISO 14001, única norma desta família voltada para fins de certificação. Também foi abordado a atual estrutura da nova versão, suas alterações com relação aos requisitos e surgimento do Anexo SL; como se inicia o processo da certificação, os organismos envolvidos no processo, e sua importância diante do mercado nacional e internacional.

Tendo em vista que a ISO é uma norma reconhecida internacionalmente, faz com que a relação entre organizações que possuam seus certificados, possa atuar juntas, desde que haja um interesse mútuo entre elas. De modo a explicar melhor esta ideia, podemos citar um exemplo hipotético, no qual uma organização chinesa possuindo um sistema de gestão ambiental, tem interesse de adquirir produtos orgânicos de uma determinada empresa do Brasil que possui um sistema de gestão, a organização brasileira garante através do seu SGA, que seus produtos e o solo onde há o cultivo são livres de qualquer substância química. A organização chinesa por meio de uma auditoria de segunda parte comprova o que foi dito pela organização brasileira, e passa a exportar os produtos.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa realizada é um estudo de caso a partir de uma abordagem qualitativa, que de acordo com Godoy (1995, p. 21), o pesquisador vai a campo buscando captar o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes.

Para o estudo, tomou-se como referência o laboratório de microbiologia, laboratório de águas, laboratório de físico-química e unidade de estoque, bem como os processos inerentes a cada segmento do escopo.

No laboratório de microbiologia, as atividades são referentes às análises bacteriológicas da água e aulas teóricas/práticas, como também a produção de água destilada. Este espaço é utilizado tanto por discentes do Curso Técnico Integrado em Controle Ambiental, como pelo Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental. Também são desenvolvidas no local as atividades do Programa de Monitoramento de Água (PMA), uma vez que o programa não dispõe da estrutura necessária para realizar suas análises microbiológicas separadamente no seu laboratório específico.

No laboratório de águas, são efetuadas análises físico-química da água, sendo este laboratório de uso exclusivo do Programa de Monitoramento de Água – PMA. Segundo a coordenadora do PMA, Tânia Maria de Andrade, em entrevista disponibilizada no site da FUNETEC no dia 30 de dezembro de 2012, este programa surgiu a partir de um projeto Monitoramento da Qualidade da Água, idealizado por três coordenadores, da área de meio ambiente, de análises físico químicas e das análises microbiológicas. É um projeto que vem sendo desenvolvido desde 1999, e que possui como objetivo geral, monitorar a qualidade da água para o consumo humano, proveniente de fontes alternativas, no estado da Paraíba.

O laboratório de físico-química é um local onde são ministradas aulas teóricas/práticas e análises físico-química da água. No entanto, as análises feitas neste laboratório são para fins acadêmicos. Já a unidade de estoque, comporta um acervo de reagentes e meios de culturas utilizados nas análises.

A área de estudo representada na Figura 4 “Localização do escopo na área do IFPB – Campus João Pessoa” está nas dependências do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) – *Campus* João Pessoa, na Av. Primeiro de Maio, no bairro de Jaguaribe. Na parte selecionada de azul se encontra o prédio do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental e Curso Técnico Integrado em Controle Ambiental, onde pertencem

os laboratórios de microbiologia, águas, físico-química e unidade de estoque, exibidos nas figuras 5, 6, 7 e 8.

Figura 4. Localização do escopo na área do IFPB – *Campus João Pessoa*



Fonte: Adaptado Google Earth, 2017

Figura 5. Laboratório de Microbiologia



Fonte: Autora, 2018

Figura 6. Laboratório de Águas



Fonte: Autora, 2018

Figura 7. Laboratórios de Físico-Química



Fonte: Autora, 2018

Figura 8. Unidade de Estoque

Fonte: Autora, 2018

A escolha pelos locais que constituem o escopo surgiu em razão de suas particularidades e a capacidade de reprodução pelos demais laboratórios do Instituto Federal da Paraíba, a partir de uma gestão com perspectiva ambiental tendo o auxílio da ferramenta FMEA.

A ferramenta *Failure Mode and Effect Analysis* - FMEA (tradução livre: Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial), surgiu em 1949 para atender a necessidade do exército americano de realizar análise de equipamentos e falhas. Mas, foi com a indústria aeroespacial, em 1960, que passou a implementar critérios de controle para análise e minimização dos riscos direcionados a processos industriais, tornando a ferramenta mais conhecida, o que resultou em seu uso em outras atividades industriais, como a automobilística.

Vandenbrand (1998, p. 97) fez uma adaptação da ferramenta FMEA, para ser utilizada na avaliação de potenciais riscos ambientais. Ele acrescentou um índice denominado contribuição que tem uma escala com pontuação em números decimais, variando de 0,1 a 1, e que faz ligação com a condição do impacto. Esta condição seria qualquer fator externo ou interno, que afetasse diretamente a forma como se desenvolve o impacto. Ou seja, ao agregar a pontuação do índice contribuição na construção do *Environmental Priority No* - EPN (tradução livre: Número de Prioridade Ambiental),

consideraram-se as condições que podem fazer com que um mesmo impacto ambiental resulte em níveis diferentes de prioridades. Por exemplo: um projeto de edificação que englobe áreas com relevo acidentado, com risco de deslizamento, e áreas de relevo menos acidentado sem risco de deslizamento, o aspecto ambiental “retirada da vegetação” refletirá em impactos ambientais “redução da fauna e flora”, “risco de deslizamento” e “erosão do solo” com prioridades distintas em razão das condições particulares e diferenciadas próprias ao projeto. Essa perspectiva viabiliza uma melhor apropriação dos processos desenvolvidos pela organização, pois demonstra a relação existente entre os possíveis cenários de produção de impactos ambientais gerados pelas organizações. No quadro 1 “Ferramenta do FMEA elaborada por Vandenbrand (1998)” pode ser observado a configuração da tabela construída pelo autor.

Quadro 1. Ferramenta do FMEA elaborada por Vandenbrand (1998)

Subprocesso/ Função	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Severidade	Condição/ Situação	Controle	Ocorrência	Detecção/ Intervenção	Detecção	EPN	Ações recomendadas	Responsabilidade e data	Resultados					
												Ações	Severidade	Ocorrência	Detecção	EPN	

Fonte: *How to Use FMEA to Reduce the Size of Your Quality Toolbox*, 2018

Com base na metodologia adotada por Vandenbrand (1998), a ferramenta Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial - FMEA conheceu diversas alterações, dentre muitas, destacou-se no trabalho a efetivada por Campani *et al.* (2006), nessa proposta acrescentou um índice chamado facilidade de implantação da ação recomendada, inexistente na ferramenta elaborada por Vandenbrand e alterou-se a forma da disposição dos elementos constitutivos da ferramenta, visto que na do autor supracitado, ele não considerava a ação recomendada como elemento para a computo do valor final na geração do Número de Prioridade Ambiental - EPN.

No trabalho de Campani *et al* (2006) o Índice de Risco Ambiental - IRA, é obtido pela multiplicação dos valores estimados dos índices considerados, podendo variar de 1 (um) a 10.000 (dez mil). Por exemplo: Considerando a troca de parte da tubulação por uma companhia de água, tendo em vista a melhor distribuição da água nos bairros de uma dada localidade, tem-se a troca de tubulação para distribuição de água como processo, o aumento da vazão da água como aspecto, e a redução de recursos naturais como impacto ambiental.

Nessa situação hipotética, desconsiderou-se uma avaliação de uma ação mais pertinente para o atendimento do resultado esperado, pois o aumento da vazão pelas tubulações do sistema atingiu as antigas e as novas, pressionando as tubulações antigas resultando em rupturas das tubulações e conseqüentemente atingindo o solo, gerando um desperdício e provocando impactos ambientais. Ou seja, a ação recomendada a ser considerada pela proposta de Campani *et al.* (2006) visa incluir no cômputo do IRA alternativas ou tecnologias que serão utilizadas no tratamento dos aspectos e impactos ambientais. No quadro abaixo é possível visualizar a disposição da adaptação da ferramenta FMEA realizada por Campani *et al.* (2006).

Quadro 2. Ferramenta FMEA adaptada por Campani *et al.* 2006)

Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Gravidade (G)	Causa potencial	Ocorrência (O)	Forma atual de controle	Deteção (D)	Ação recomendada	Facilidade de Implementação da ação (F)	IRA
-------------------	-------------------	---------------	-----------------	----------------	-------------------------	-------------	------------------	---	-----

Fonte: Adaptado de Campani *et al.* (2006)

A partir do entendimento descrito que aborda os elementos constitutivos da ferramenta FMEA elaboradas por Vandenbrand (1998) e Campani *et al.* (2006), fez-se uma adaptação da ferramenta, tendo em vista o atendimento da realidade do escopo em estudo. Abaixo é possível visualizar a ferramenta FMEA adaptada no quadro 3 “Modelo do FMEA adaptado”.

Quadro 3. Modelo do FMEA adaptado

1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°
Processo	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Gravidade (G)	Causa Potencial	Ocorrência (O)	Forma Atual de Controle	Deteção (D)	Ação Recomendada	Efetividade (E)	IRA	Responsável	Execução

Fonte: Adaptação com base em Vandenbrand (1998) e Campani *et al.* (2006)

A primeira coluna é relativa ao processo que é executado dentro do escopo estabelecido. A segunda pertence ao aspecto ambiental, que segundo a norma ISO 14001:2015 são os elementos das atividades, produtos ou serviços de uma organização,

que interage ou pode interagir com o meio ambiente. O impacto ambiental presente na norma supracitada é a modificação no meio ambiente, tanto adversa como benéfica, total ou parcialmente resultante dos aspectos ambientais. Sendo assim, o aspecto se configura com a causa e o impacto como a consequência.

Na quarta coluna têm-se a gravidade, definida pela complexidade que o impacto poderá atingir, em seguida, na quinta coluna, se encontra a causa potencial que irá determinar a particularidade presente em cada aspecto, mesmo que ele se repita ao decorrer da ferramenta. A ocorrência, visualizada na sexta coluna, é estritamente ligada em como é sucedida a causa potencial. Na sétima coluna, observa-se como o aspecto ambiental é controlado. A detecção, na oitava coluna, refere-se ao tempo que se leva para perceber a falha do sistema.

A nona coluna, diz respeito às ações que vêm a ser propostas para a melhoria do processo. A efetividade pode ser visualizada na décima coluna, este índice tem o objetivo de pontuar a ação recomendada, levando em consideração o custo, as pessoas envolvidas e o tempo. Na décima primeira coluna o IRA é apresentado correspondendo ao resultado da seguinte expressão matemática: $(G*O*D) *E = IRA$, este resultado com base no valor do Índice de Risco Ambiental dará origem a um quadro de prioridades.

Por fim, é apresentado um conjunto de pessoas ou responsável direto encarregado de executar as ações recomendadas na proposta, considerando um prazo para a implantação destas ações apontado na décima terceira coluna.

O preenchimento da ferramenta relaciona os processos referentes às atividades realizadas no laboratório aos seus aspectos e impactos ambientais, a partir da obtenção de informações sobre os mecanismos de funcionamento dos mesmos e sua devida análise.

Desse modo, a análise para obtenção do Índice de Risco Ambiental - IRA, necessariamente, deve considerar a classificação atribuídas aos índices de criticidades de Gravidade (G), Ocorrência (O), Detecção (D) e Efetividade (E), inerentes a cada aspecto e impacto ambiental levantado.

É preciso pontuar que com relação aos valores que serão adotados para cada índice de criticidade, foi feita alteração de acordo com a tabela original elaborada por Vandenbrand (1998) e a modificada por Campani *et al.* (2006). A remodelação da ferramenta FMEA atribuiu-se ao fato de que nas duas versões, a pontuação adotada nos índices não segue um padrão, podendo ser encontrados escala com intervalos iguais, e outras sem intervalos. Assim na versão elaborada para este estudo, foi considerado

apenas pontuações com valores absolutos de 1 a 10, nos índices de Gravidade, Ocorrência e Detecção e de 0,1 a 1 no índice de Efetividade. Visto que desta forma, alcançaria um entendimento melhor dos processos.

Diante desse entendimento e com a reestruturação da ferramenta, foram confeccionados os quadros referentes aos índices de criticidade que serão utilizados para este estudo. É importante deixar claro que os índices foram readequados para a realidade do nosso escopo, a fim de contribuir no entendimento na hora da coleta e análise de dados.

Assim, temos o primeiro índice, a Gravidade (G), presente no quadro 4 “Classificação para a gravidade do impacto”, como pode ser visualizado abaixo, a gravidade é correspondente ao modo que o impacto ambiental interfere no meio ambiente, esta interferência pode vir a ser de difícil percepção, interferir diretamente e indiretamente na saúde das pessoas, causar impacto a longo prazo, não estar conforme com os requisitos legais e outros requisitos da organização.

Quadro 4. Classificação para a gravidade do impacto

GRAVIDADE DE IMPACTO (G)	CLASSIFICAÇÃO
Difícilmente será visível	1
Muito baixa para ocasionar um impacto no meio ambiente.	2
Baixa, poderá ocasionar impacto ao meio ambiente a longo prazo.	3
Não conformidade com a política da organização.	4
Não conformidade com os requisitos legais e outros requisitos. Potencial de prejuízo baixo ao meio ambiente.	5
Não conformidade com os requisitos legais e outros requisitos. Potencial de prejuízo moderado ao meio ambiente.	6
Prejuízo moderado ao meio ambiente com repercussão somente à saúde das pessoas diretamente envolvidas em tarefas realizadas na organização.	7
Prejuízo baixo ao meio ambiente com repercussão à saúde das pessoas direta e indiretamente envolvidas em tarefas realizadas na organização.	8
Prejuízo alto ao meio ambiente com séria repercussão à saúde das pessoas direta e indiretamente envolvidas em tarefas realizadas na organização.	9
Há sérios riscos ao meio ambiente com séria repercussão à saúde das pessoas na organização e em seu entorno.	10

Fonte: Adaptação com base em Vandenbrand (1998) e Campani *et al.* (2006)

O quadro 5 “Classificação para ocorrência da causa”, trata da Ocorrência (O) com relação a causa potencial. A ocorrência apresentará uma estimativa de quantas vezes a causa potencial decorre no período, neste estudo foi determinado um período de

sete dias. E sua classificação varia da condição de “improvável que ocorra” a uma “ocorrência inevitável”.

Quadro 5. Classificação para ocorrência da causa

OCORRÊNCIA DE CAUSA (O)	CLASSIFICAÇÃO
É altamente improvável que ocorra.	1
Improvável: não foi observada ocorrência em período maior que o de referência.	2
Remota: ocorreu uma vez no período, mas é improvável uma nova ocorrência.	3
Muito baixo: ocorreu uma vez no período, e pode ocorrer novamente.	4
Baixo: ocorreu duas vezes no período de observação.	5
Moderado: ocorreu mais de duas vezes no período, e pode ocorrer novamente.	6
Alto: ocorre mais de três vezes no período, e pode ocorrer novamente.	7
Alto: ocorre mais de quatro vezes no período, e pode ocorrer novamente.	8
Muito alta. A condição ocorre com regularidade e/ou durante um período	9
Muito alta. A condição inevitavelmente irá ocorrer durante longos períodos	10

Fonte: Adaptação com base em Vandenbrand (1998) e Campani *et al.* (2006)

A Detecção (D) que pode ser vista no quadro 6 “Classificação para detecção”, faz relação como a atual forma de controle é detectada ou percebida pelas pessoas que frequentam e/ou compõem o escopo. Podendo ser de “detecção rápida e solução rápida” a sem “solução ou detecção”.

Quadro 6. Classificação para detecção

GRAU DE DETECÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Detecção rápida e solução rápida.	1
Detecção rápida e solução a médio prazo.	2
Detecção a médio prazo e solução rápida.	3
Detecção rápida e solução a longo prazo.	4
Detecção a médio prazo e solução a médio prazo.	5
Detecção a longo prazo e solução rápida.	6
Detecção a médio prazo e solução a longo prazo.	7
Detecção a longo prazo e solução médio prazo.	8
Detecção a longo prazo e solução longo prazo.	9
Sem detecção e/ou sem solução.	10

Fonte: Adaptação com base em Vandenbrand (1998) e Campani *et al.* (2006)

Por último temos a Efetividade (E) representada no quadro 7 “Classificação para efetividade”. O objetivo aqui é pontuar a ação recomendada, levando em consideração o custo, as pessoas envolvidas e o tempo. A escolha de usar a classificação da efetividade com números de casa decimal resultou do entendimento que a multiplicação do número inteiros pelo número decimal, traria um resultado mais proporcional para ser utilizado na definição dos aspectos e impacto ambientais prioritários. Uma vez que, relacionaria a

capacidade de aplicação da ação recomendada aos aspectos e impactos ambientais detectados de forma mais direta e contribuindo para o valor do IRA.

Quadro 7. Classificação para efetividade

GRAU DE EFETIVIDADE			CLASSIFICAÇÃO
Custo	Nº de Pessoas	Tempo	
Não existe tecnologia ou o custo da mesma é inviável			0,1
Alto	Todas	Alto	0,2
Alto	Apenas envolvidas com atarefa	Alto	0,3
Alto	Todas	Baixo	0,4
Alto	Apenas envolvidas com a tarefa	Baixo	0,5
Baixo	Todas	Alto	0,6
Baixo	Apenas envolvidas com a tarefa	Alto	0,7
Baixo	Todas	Baixo	0,8
Baixo	Apenas envolvidas com a tarefa	Baixo	0,9
Mínimo custo ou custo benefício de retorno imediato			1

Fonte: Adaptação com base em Vandenbrand (1998) e Campani *et al.* (2006)

A expressão matemática $(G \cdot O \cdot D) \cdot E$ culmina no Índice de Risco Ambiental - IRA. A partir do resultado obtido elaborou-se o quadro de prioridades classificados de I a IV, condicionada ao fato de possuir ou não uma forma atual de controle para o tratamento do aspecto e impacto ambiental.

Utilizou-se um corte arbitrário para determinar as prioridades. Assim, as prioridades foram configuradas com base em um IRA igual ou superior a 100, o que corresponde ao valor da metade do maior IRA alcançado no escopo em estudo, relacionado ao fator de controle existente ou não. O Quadro 8 “Determinação de prioridade do IRA” esclarece a classificação realizada.

Quadro 8. Determinação de prioridade dos IRA's

PRIORIDADE	CONDIÇÃO	IRA
I	SEM CONTROLE ATUAL	$IRA \geq 100$
II	COM CONTROLE ATUAL	$IRA \geq 100$
III	SEM CONTROLE ATUAL	$IRA < 100$
IV	COM CONTROLE ATUAL	$IRA < 100$

Fonte: Adaptado com base em Amorim (2017)

Desse modo, considerando o exposto, a coleta de dados efetivou-se a partir de visitas guiadas e diálogos com os técnicos responsáveis pelo escopo definido. Utilizaram-se registros fotográficos que auxiliaram as observações realizadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fazendo uso da ferramenta adaptada do FMEA, foram detectados 7 (sete) processos distribuídos entre os laboratórios de microbiologia, águas, análise físico – química e unidade de estoque. No entanto, com a aplicação da ferramenta esses processos passaram por desdobramentos em decorrência dos diferentes aspectos e impactos ambientais produzidos. No quadro 9 “Processos por segmento no escopo”, poderá ser visualizado os sete processos detectados e o espaço dentro do escopo do estudo a qual cada processo se encontra.

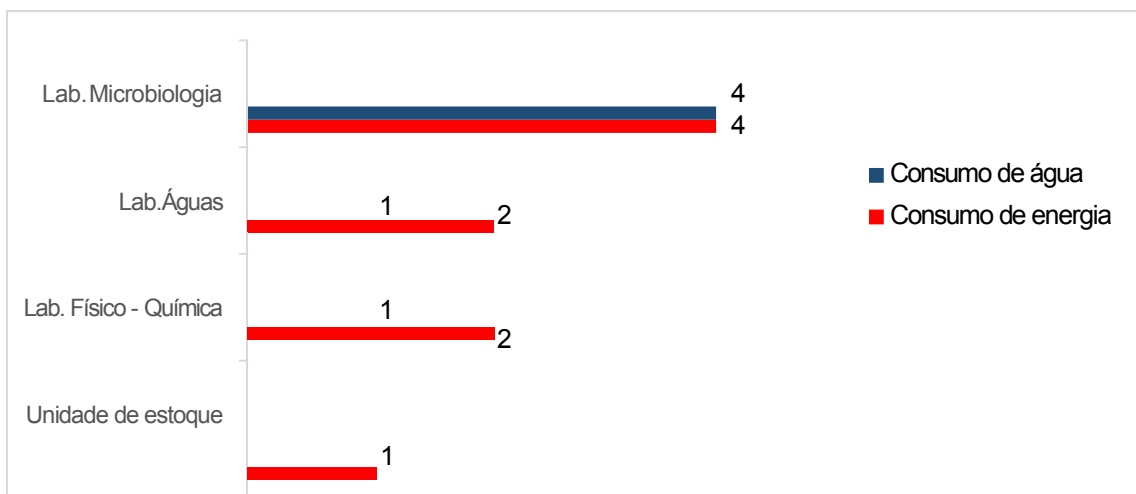
Quadro 9. Processos por segmento no escopo

PROCESSOS	SEGMENTO DO ESCOPO
Análise bacteriológica da água	Laboratório de Microbiologia
Produção de água destilada	
Análise físico-química da água	Laboratório de Águas
Emissão de laudos	
Armazenamento de resíduos de soluções	
Análise físico-química da água	Laboratório de Físico - Química
Armazenamento de reagentes e meios de cultura	Unidade de Estoque

Fonte: Autora, 2018

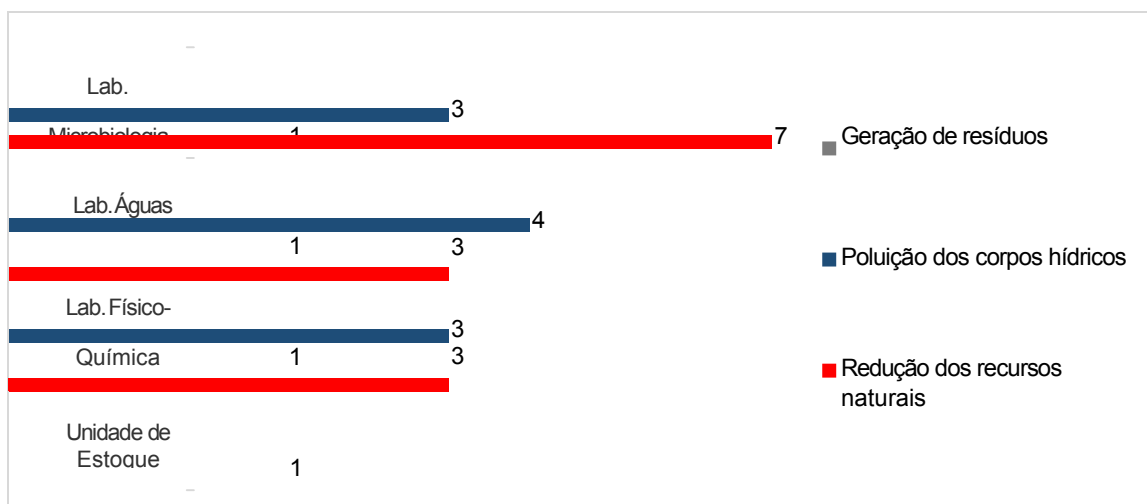
Esses processos resultaram em aspectos e impactos ambientais recorrentes, no entanto com características distintas, resultando em diferentes valores no IRA, em razão das particularidades observadas nos processos e na forma que foi atribuída a classificação dos índices de criticidade na construção da análise. Esta recorrência pode ser visualizada no Gráfico 1 “Recorrência dos Aspectos Ambientais por segmento do escopo” e gráfico 2 “Recorrência dos Impactos Ambientais por segmento do escopo”.

No gráfico 1 foi feita uma distribuição apenas dos aspectos mais incidentes em cada segmento do nosso escopo, então tem-se que o laboratório de microbiologia é o que apresenta o maior número de aspectos recorrentes. Sendo quatro (4) para consumo de água e quatro (4) para consumo de energia. O laboratório de águas e o de físico química, apresentam a mesma quantificação de um (1) aspecto para consumo de água e 2 (dois) para consumo de energia. A unidade de estoque apresentou um (1) para consumo de energia.

Gráfico 1. Recorrência dos Aspectos Ambientais por Segmento do Escopo

Fonte: Autora, 2018

O gráfico 2 também apresenta a distribuição apenas dos impactos ambientais mais incidentes em cada segmento do nosso escopo. Assim, como nos aspectos, o laboratório de microbiologia é o que apresenta o maior número de impactos. Sendo sete (7) deles voltados para a redução dos recursos naturais, três (3) para a geração de resíduos e um (1) para a poluição dos corpos hídricos. O laboratório de águas, mostra-se com três (3) impactos para a redução dos recursos naturais, quatro (4) para geração de resíduos, e um (1) para a poluição dos corpos hídricos. O laboratório de físico química possui três (3) para redução dos recursos naturais, e, geração de resíduos e um (1) para a poluição dos corpos hídricos. Na unidade de estoque apresenta um (1) impacto recorrente, redução dos recursos naturais.

Gráfico 2. Recorrência dos Impactos por Segmento do Escopo

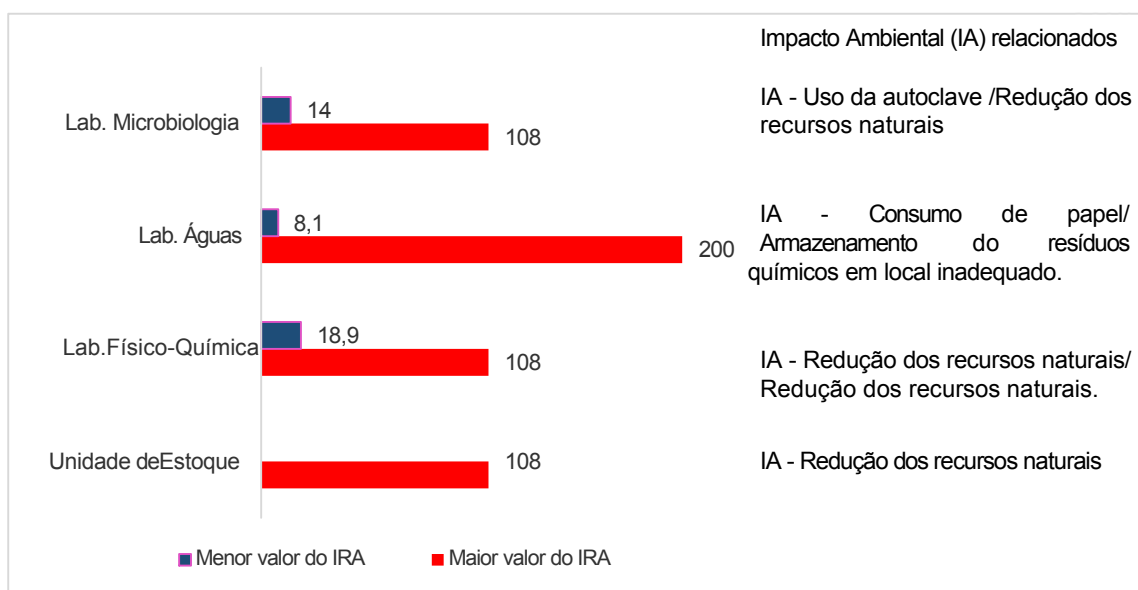
Fonte: Autora, 2018

Assim, constata-se que no Gráfico 1 “Recorrência dos Aspectos Ambientais por segmento do escopo” o consumo de energias apresenta-se como o aspecto ambiental de maior ocorrência, tendo se revelado por nove (9) vezes. E no gráfico 2 “Recorrência dos Impactos por segmento do escopo”, a redução de recursos naturais foi o impacto que mais incidiu no escopo, aparecendo por quatorze (14) vezes. Apesar dessa incidência observada, as características atribuídas aos elementos dos aspectos e impactos ambientais, resultaram em IRA’s distintos em razão dos desdobramentos particular pelo escopo em estudo.

Os valores do IRA nesta pesquisa obtiveram uma variação entre 8,1 e 200. O IRA de menor valor corresponde ao aspecto e impacto ambiental: consumo de papel e geração de resíduos, respectivamente, relacionado ao processo de emissão de laudos. O maior valor corresponde ao aspecto e impacto ambiental: armazenamento dos resíduos químicos em local inadequado e potenciais riscos gerados a saúde dos técnicos e bolsistas, na devida ordem, e é concernente ao processo de armazenamento de resíduos de soluções. Tanto o de maior valor, como o de menor valor, encontram-se no Laboratório de Águas.

O gráfico 3 “IRA por segmentos do escopo” é possível destacar o IRA de maior e de menor valor por segmento no escopo relacionados aos aspectos e impactos ambientais.

Gráfico 3. IRA por Segmentos do Escopo



Fonte: Autora, 2018

A partir das informações apresentadas no gráfico 3 “IRA por Segmento do Escopo”, temos os impactos ambientais de maior e menor valor do IRA, de cada espaço. Sendo assim, depreende-se que no laboratório de microbiologia, o maior valor do IRA foi de 108 e o menor 14. No laboratório de águas, temos o maior de 200 que se constitui no marco referencial para o corte de prioridade utilizado no trabalho, com base na metodologia aplicada, e o menor de 8,1. Com relação ao laboratório de físico-química o maior IRA corresponde a 108 e o menor a 18,9. Na unidade de estoque foi identificado apenas o maior valor correspondente a 108, visto que este se atribui ao único aspecto e impacto identificado neste segmento.

A seguir, será analisado cada segmento do escopo com base na ferramenta FMEA adaptada e considerando o corte de prioridade apresentado. Neles estarão presentes os aspectos e impactos ambientais que obtiveram um resultado de IRA classificado com prioridade I e II de acordo com a classificação adotada no quadro 8 “Determinação de prioridades do IRA”. Contudo a tabela completa da ferramenta FMEA poderá ser visualizada no Apêndice A.

No segmento laboratório de microbiologia constatou-se a existência de dois processos, "análise bacteriológica da água" e "produção de água destilada", destacando-se "análise bacteriológica da água" que é desenvolvido para a verificação da existência ou não de bactérias de contaminação fecal considerando o disposto na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

No quadro 10 “Laboratório de Microbiologia” é possível visualizar o aspecto “consumo de energia” e o impacto ambiental “redução dos recursos naturais”, resultando em IRA’s correspondentes a 108, classificando-se em prioridade I.

Quadro 10. Laboratório de Microbiologia

Proc.	Asp. Amb.	Imp. Amb.	G	Causa Pot.	O	F. atual de cont.	D	Ação recom.	E	IRA	Resp.	Exec.
Análise bacteriológica da água	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Armazenamento dos tubos de ensaio na geladeira	10	Inexistente	4	Fazer a manutenção preventiva da geladeira, e quando possível fazer a troca por uma mais econômica	0,9	108	Pessoas qualificadas para tal serviço	Seguir o padrão estabelecido pelo fornecedor do equipamento
Análise bacteriológica da água	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Incubação das amostras na estufa incubadora	9	Inexistente	4	Determinar dois dias para a utilização da estufa	1	108	Técnicos e docentes	Imediata

Fonte: Autora, 2017

Os valores estabelecidos dos IRA's 108 no segmento laboratório de microbiologia, pode ser explicado a partir do uso da classificação atribuídas aos índices de criticidades de Gravidade (G), Ocorrência (O), Detecção (D) e Efetividade (E), conforme as classificações apresentadas respectivamente no quadro 4 “Classificação para a gravidade do impacto”, quadro 5 “Classificação para ocorrência da causa”, quadro 6 “Classificação para detecção e o quadro 7 “Classificação para Efetividade”.

Com base nesse entendimento a pontuação adotada para o primeiro aspecto/impacto “consumo de energia” e “redução dos recursos naturais” respectivamente, foi de: três (3) para a gravidade que representa o impacto baixo, porém podendo ocasionar um impacto ao meio ambiente a longo prazo; a ocorrência do aspecto ambiental se revelou muito alto, tendo um uso regular de mais de cinco vezes, e por isso a classificação dez (10). A detecção da atual forma de controle, é rápida, mas com solução a longo prazo, a ela se atribui o valor quatro (4). A efetividade tem classificação zero vírgula nove (0,9), por possuir um custo baixo.

Para o segundo aspecto/impacto “consumo de energia” e “redução de recursos naturais” nessa ordem, determinou-se a pontuação três (3) adotada para a gravidade nos diz que o impacto é baixo, podendo ocasionar um impacto ao meio ambiente a longo prazo; a ocorrência do aspecto ambiental se revelou muito alto, tendo um uso regular de

mais de cinco vezes, e por isso a classificação nove (9). A detecção da atual forma de controle é rápida, mas com solução a longo prazo, a ela se atribui o valor quatro (4). A efetividade tem classificação um (1), por não apresentar nenhum custo.

Desse modo, o aspecto "consumo de energia" e impacto "redução dos recursos naturais" relacionado ao processo Análise bacteriológica da água que resultou no IRA 108, necessita de um tratamento imediato, pois corresponde a geração de impactos significativos com solução de baixo custo, conforme demonstrado pela ferramenta FMEA adaptada.

No segmento laboratório de águas, observaram-se os seguintes processos: "análise físico química da água", "emissão de laudos" e "armazenamento de resíduos de soluções" dentre estes, se sobressai o de análise físico-química da água, que tem como intuito a comprovação da qualidade da água ou não das amostras obtidas. Para isso são realizados os parâmetros de análises titulométricas e análises colorimétricas, seguindo o manual prático de análise de água da Funasa. No quadro 11 "Laboratório de Águas" nota-se a relação existente entre os aspectos ambientais: "consumo de energia", "consumo de reagentes" e "armazenamento dos resíduos químicos em local inadequado" relacionados respectivamente aos impactos: "redução dos recursos naturais", "poluição dos corpos hídricos" e "potenciais riscos gerados a saúde dos técnicos e bolsistas, e ao meio ambiente" gerou os respectivos IRA's 108 classificado como prioridade I, e 168 e 200 como prioridade II.

Quadro 11. Laboratório de Águas

Proc.	Asp. Amb.	Imp. Amb.	G	Causa a Pot.	O	F. atual de cont.	D	Ação Recom	E	IRA	Res p.	Exec.
Análise físico-química da água	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Armazenamento de frascos e soluções na geladeira	10	Inexistente	4	Fazer a manutenção preventiva da geladeira, e quando possível fazer a troca por uma mais econômica	0,9	108	Pessoas qualificadas para tal serviço	2 vezes ao ano a manutenção
Análise físico-química da água	Consumo de reagentes	Geração de resíduos líquidos	10	Resíduo da análise das amostras	6	Armazenamento dos resíduos em bombonas, e faz o descarte quando conveniente	4	Dar uma destinação adequada para os resíduos que estão sendo armazenados	0,7	168	Empresa responsável por fazer a coleta.	5 meses para terceirização
Análise físico-química da água	Armazenamento dos resíduos químicos em local inadequado	Potenciais riscos gerados a saúde dos técnicos e bolsistas, e, ao meio ambiente	10	Análises físico-químicas da água	10	Os resíduos são armazenados em bombonas, e frascos de vidros	4	Dar uma destinação adequada para os resíduos que estão sendo armazenados	0,5	200	Empresa responsável por fazer a coleta.	5 meses para terceirização

Fonte: Autora, 2017

Os valores dos IRA's estabelecidos no segmento laboratório de águas, é justificado a partir da classificação atribuídas aos índices de criticidades. Com base nesse entendimento, a pontuação adotada para o primeiro aspecto/impacto "consumo de reagentes" e "redução dos recursos naturais" nessa ordem, se configurou da seguinte forma: a pontuação três (3) determinada para a gravidade, nos diz que o impacto é baixo, podendo ocasionar um impacto ao meio ambiente a longo prazo; a ocorrência do aspecto ambiental se revelou muito alto, tendo um uso regular de mais de cinco vezes, e por isso a classificação dez (10). A detecção da atual forma de controle é rápida, mas com solução a longo prazo, a ela se atribui o valor quatro (4). A efetividade tem

classificação zero vírgula nove (0,9), por possuir um custo baixo.

Para o segundo aspecto/impacto “consumo de reagentes” e “geração de resíduos líquidos” respectivamente, foi atribuída a pontuação dez (10) para a gravidade, por considerar que há sérios riscos ao meio ambiente, com repercussão à saúde das pessoas na organização e em seu entorno; a ocorrência foi de seis (6) por ter uma frequência moderada, ocorrendo mais de duas vezes período e podendo ocorrer novamente; a detecção foi de quatro (4) por ter uma percepção imediata e com solução a longo prazo, e, a efetividade foi zero vírgula sete (0,7) por apresentar um custo alto, envolver terceiros na execução e tempo alto.

E por último, o terceiro aspecto/impacto ambiental “armazenamento dos resíduos químicos em local inadequado” e “potenciais riscos gerados a saúde dos técnicos e bolsistas, e, ao meio ambiente” apresenta na gravidade a pontuação dez (10) por considerar que há sérios riscos ao meio ambiente, com repercussão à saúde das pessoas na organização e em seu entorno; por apresentar uma ocorrência muito alta, e sendo a condição inevitável de ocorrer, foi atribuída a pontuação dez (10) para este índice; na detecção adotou a pontuação quatro (4) por ter uma percepção imediata e com solução a longo prazo, e na efetividade zero vírgula sete (0,7) por apresentar um custo alto, envolver terceiros na execução e tempo alto.

A figura 5 “Armazenamento dos Resíduos Químicos” exibida a seguir, comprova o que foi dito na análise da ferramenta, com relação ao armazenamento inadequado dos resíduos líquidos químicos resultantes das análises físico-química da água. Parte dessas bombonas se encontram no laboratório há quase um ano. E durante visitas feitas no local, os técnicos estavam à espera de alguma atitude por parte da Alta Direção, para que o problema pudesse ser resolvido.

Figura 9. Armazenamento dos Resíduos Químicos no Laboratório de Águas



Fonte: Autora, 2017

No segmento laboratório de análises físico química, constatou-se o processo “análise físico química da água”, que também tem a função de comprovar a qualidade da água, como no laboratório anterior, porém as análises realizadas neste laboratório são para fins acadêmicos. No quadro 12 “Laboratório de Físico-Química” destaca-se o aspecto ambiental “consumo de energia” relacionado ao impacto ambiental “redução dos recursos naturais” resultando em um IRA correspondente a 108 sendo classificado como prioridade I.

Quadro 12. Laboratório de Físico-Química

Proc.	Asp. Amb.	Imp. Amb.	G	Causa Poten.	O	Forma atual de cont.	D	Ação Recom.	E	IR A	Resp.	Exec
Análise físico-química da água	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Armazenamento de frascos e soluções na geladeira	10	Inexistente	4	Fazer a manutenção preventiva da geladeira, e quando possível fazer a troca por uma mais econômica	0,9	108	Pessoas qualificadas para tal serviço	Seguir o padrão estabelecido pelo fornecedor do equipamento

Fonte: Autora, 2017

O valor estabelecido do IRA 108 no segmento laboratório de físico química, pode ser explicado a partir do uso da classificação atribuídas aos índices de criticidade.

A partir dessa percepção a pontuação três (3) adotada para a gravidade nos diz que o impacto é baixo, podendo ocasionar um impacto ao meio ambiente a longo prazo; a ocorrência do aspecto ambiental se revelou muito alto, tendo um uso regular de mais de cinco vezes, e por isso a classificação dez (10). A detecção da atual forma de controle, é rápida, mas com solução a longo prazo, a ela se atribui o valor quatro (4). A efetividade tem classificação zero vírgula nove (0,9), por possuir um custo baixo.

Desta forma, o aspecto “consumo de energia” e impacto “redução dos recursos naturais” relacionado ao processo “análise físico química da água” que resultou no IRA 108, pode ter seus efeitos reduzidos se considerar a possibilidade da manutenção preventiva da geladeira a cada 06 meses, e, quando possível fazer a troca do equipamento, por um modelo mais econômico tendo em vista que a existente no

laboratório, segundo a tabela de classificação disponibilizada pelo Inmetro (p. 9, 2016) classifica a geladeira encontrada no escopo, como consumo D de uma escala onde A é mais eficiente e E a menos eficiente.

Por fim, no segmento “unidade de estoque”, foi observado o processo “armazenamento de reagentes e meios de cultura”, este segmento do escopo se destina a armazenar todos os reagentes e meio de cultura utilizado nas análises físico químicas e microbiológicas pelos técnicos, discentes e docentes. Seu acesso é restrito, aos técnicos responsáveis e bolsistas. No quadro 13 “Unidade de Estoque” o aspecto “consumo de energia” relacionado com o impacto “redução dos recursos naturais” gerou o IRA de 108 enquadrando-se na prioridade I.

Quadro 13. Unidade de Estoque

Proc.	Asp. Amb.	Imp. Amb.	G	Causa Poten.	O	Forma atual de cont.	D	Ação Recom.	E	IR A	Resp .	Exec.
Armazenamento de reagentes e meios de cultura	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Utilização do ar-condicionado	10	Inexistente	4	Fazer manutenção para garantir seu funcionamento correto	0,9	108	Pessoas qualificadas para tal serviço	2 vezes ao ano

Fonte: Autora, 2017

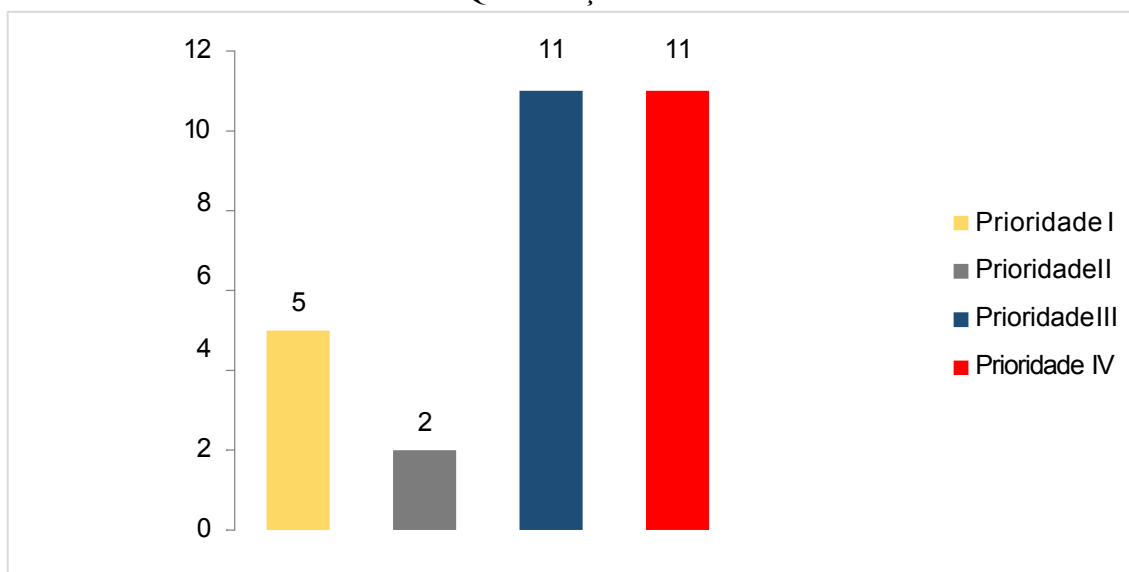
O valor estabelecido do IRA 108 no segmento unidade de estoque é explicado a partir do uso da classificação atribuídas aos índices de criticidade. A partir desse entendimento, a pontuação três (3) adotada para a gravidade nos diz que o impacto é baixo, podendo ocasionar um impacto ao meio ambiente a longo prazo. A ocorrência do aspecto ambiental se revelou muito alto, tendo um uso regular de mais de cinco vezes, e por isso a classificação dez (10). A detecção da atual forma de controle é rápida, porém tem solução a longo prazo, obtendo uma pontuação quatro (4). A efetividade tem classificação zero vírgula nove (0,9), por apresentar custo baixo.

Desse modo, o aspecto “consumo de energia” e impacto “redução dos recursos naturais” relacionado ao processo “armazenamento de reagentes”, reveste-se da necessidade da manutenção periódica do ar-condicionado, visto que dessa maneira não

terá interferência na sua eficácia e manterá a economia de energia.

A análise apresentada anteriormente dos IRA's por segmentos do escopo em estudo, destacou os de prioridade I e II, tendo em vista apresentação de um panorama focando a resolutividade dos aspectos e impactos ambientais de maior destaque relacionados aos processos desenvolvidos por segmento do escopo. No entanto, no gráfico 4 “Qualificação de Prioridades” é apresentado uma distribuição das prioridades considerando a totalidade do escopo.

Gráfico 4. Qualificação de Prioridades



Fonte: Autora, 2017

Assim, o gráfico 4, apresenta a totalidade de aspectos e impactos ambientais relacionado as prioridades identificadas pelo IRA correspondente. Posto isso, é possível observar que existem cinco ocorrências de prioridade I, que diz respeito ao IRA maior/igual a 100 e sem controle atual dos aspectos e impactos ambientais. Com relação prioridade II constam duas ocorrências, trata-se do IRA maior/igual a 100 com controle atual dos seus aspectos e impactos ambientais. A prioridade III, que corresponde ao IRA menor do que 100 sem controle dos seus aspectos e impactos, consta onze ocorrências. Por último, está prioridade IV, que diz respeito ao IRA menor do que 100, com controle dos seus aspectos e impactos, constando também onze ocorrências.

É importante destacar que a ocorrência de aspectos e impactos ambientais de prioridade I e II não impede que as outras prioridades sejam tratadas. Visto que, aspectos e impactos ambientais identificados nas demais prioridades também

necessitam de tratamentos adequado ao seu tempo e custo.

Outra questão pertinente é a observação de práticas costumadas e inadequadas, caso do armazenamento de reagentes e meios de culturas impróprios para uso, constatadas em visitas guiadas com apoio dos técnicos responsáveis pelos laboratórios. Trata-se de uma questão sensível relacionada ao escopo e de cunho legal, pois o Instituto possui a licença cedida pelo exército brasileiro que o permite possuir produtos químicos que requerem controle para poderem ser utilizados na fabricação daqueles artigos ou que detêm potencial destrutivo se manipulados de forma irresponsável (DIRETORIA DE FISCALIZAÇÃO DE PRODUTOS CONTROLADOS, 2017).

Ainda de acordo com o controle exercido pelo exército, o inciso I do art. 241 referente ao Decreto nº 3.665/2000, afirma que o produto controlado será apreendido, quando: “estiver sendo fabricado em estabelecimento não registrado ou com prazo de validade do registro vencido, ou ainda, se não constar tal produto do documento de registro”.

Considerando o exposto e a ferramenta adaptada para a determinação do IRA, foram identificados sete (7) aspectos: “consumo de água”, “consumo de energia”, “consumo de detergente”, “uso de papel alumínio”, “uso da auto clave”, “uso de EPI’s”, “consumo de meio de cultura”, e cinco (5) impactos ambientais: “redução dos recursos naturais”, “geração de resíduos sólidos”, “geração de resíduos líquidos orgânicos”, “emissão de odores, inteferindo no bem estar” e “poluição dos corpos hídricos” relacionados ao processo de análise bacteriológica da água, e, um (1) aspecto: “consumo de água” e um (1) impacto: “redução dos recursos naturais”, correspondente a produção de água destilada. Esses aspectos e impactos ambientais pertencem ao escopo laboratório de microbiologia.

Já no segmento laboratório de águas, foram encontrados seis (6) aspectos: “consumo de água”, “consumo de energia”, “uso de papel alumínio”, “consumo de reagentes”, “consumo de detergente” e “uso de EPI’s” quanto aos impactos foram três (3): “redução dos recursos naturais”, “poluição dos corpos hídricos”, e “geração de resíduos”, pertinente as análise físico-químicas da água. Para o processo de emissão de laudos, identificou-se apenas um (1) aspecto “consumo de papel”, e um (1) impacto “geração de resíduos”. Com relação a armazenagem de resíduos de soluções químicas foi um (1) aspecto “armazenamento de resíduos líquidos químicos em local inadequado” e um (1) impacto ambiental “potenciais riscos gerados a saúde dos técnicos e bolsistas, e, ao meio ambiente”

No que diz respeito ao laboratório de físico-química, quatro (4) aspectos foram identificados: “consumo de energia”, “consumo de água”, “uso de EPI’s” e “consumo de detergente”, e três (3) impactos ambientais: “redução dos recursos naturais”, “poluição dos corpos hídricos” e “geração de resíduos”, relacionados ao processo de análise físico-química da água. E por fim, na unidade de estoque identificou-se um (1) aspecto ambiental: “consumo de energia”, e um (1) impacto “redução dos recursos naturais”, referentes processo de armazenamento de reagentes e meios de cultura.

Assim, diante do exposto acerca das prioridades foi possível constatar que a ferramenta FMEA adaptada apresentou um conjunto de aspectos e impactos ambientais relacionados aos principais processos desenvolvidos pelos segmentos do escopo. Assim, se visualizou os aspectos e impactos ambientais dentro do escopo em estudo e por segmentos os que necessitam serem tratados com urgência, face sua natureza e facilidade de ação resolutiva.

Porém, apesar de a maioria dos processos ser com relação as análises físico-química e bacteriológica da água, identificou-se em visitas guiadas, análise bacteriológica de alimentos, que constituem em observar a presença de agentes etiológicos causadores de doenças. Como também a análise bacteriológica dos solos, que busca identificar se o solo está contaminado pela presença de patógenos, como a *Escherichia coli* e *Salmonella sp.*, decorrente da utilização de águas residuais na agricultura.

Esses dois outros tipos de análise, ocorrem de forma esporádica, e de acordo com os técnicos responsáveis essas atividades não são de caráter oficial dos laboratórios, e, portanto, não houve discussão acerca dessas análises nesta pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os objetivos traçados, foi feita uma sistematização a respeito das normas ISO da família 14000, tendo como foco a ISO 14001 com suas atualizações e contribuições para um entendimento do sistema de gestão ambiental. Essa abordagem acerca deste tema proporcionou uma assimilação do que trata a norma, e o porquê das suas mudanças. Além de apresentar as razões para uma organização conhecer seus processos, aspectos e impactos ambientais, a fim de controlá-los com base em uma gestão ambiental sistemática que visa à melhoria contínua.

Partindo desse entendimento, utilizou-se como escopo o laboratório de microbiologia, o laboratório de água, o laboratório de físico-química e a unidade de estoque, que atende prioritariamente o Curso de Gestão Ambiental do IFPB *campus* João Pessoa, para efetivar uma análise particularizada de cada segmento do escopo, e conhecer suas funcionalidades e os processos desenvolvidos em suas dependências, visando a identificação e qualificação dos aspectos e impactos ambientais.

A ferramenta FMEA adaptada foi utilizada na tarefa de identificação e determinação dos aspectos e impactos ambientais. Ou seja, a ferramenta viabilizou o conhecimento do escopo a partir da relação existente entre os processos de cada segmento e os aspectos e impactos ambientais produzidos por estes, em tempo determinou-se uma escala de prioridade para efetivação da uma gestão ambiental no escopo em estudo.

A classificação pode ser verificada no quadro 8 “Classificação de Prioridades do IRA”, e foi dada em razão do corte arbitrário estabelecido, em que teve como base na metade do maior valor encontrado, ou seja, IRA 100, relacionado com a condição de possuir ou não controle dos seus aspectos e impactos ambientais.

Seguindo esse entendimento, a Prioridade I representada pelo aspecto ambiental: consumo de energia, relacionado ao impacto: redução dos recursos naturais, presente em todos os segmentos do escopo; e a Prioridade II com os aspectos: consumo de reagentes e meios de cultura, armazenamento dos resíduos químicos em local inadequado e armazenamento de reagentes e meios de cultura vencidos, relacionados aos impactos: poluição dos corpos hídricos e potenciais riscos gerados a saúde dos técnicos e bolsistas, e, ao meio ambiente, identificados no laboratório de águas e na unidade de estoque, devem receber tratamento prioritário.

São aspectos e impactos ambientais que resultaram em IRA elevados e sem

forma atual de tratamento com grande potencial de resolutividade imediata, esse entendimento foi possível em razão do cruzamento dos índices de Gravidade, Ocorrência, Detecção e Efetividade considerados na ferramenta FMEA adaptada.

No entanto, os demais aspectos e impactos ambientais detectados na pesquisa, correspondentes as prioridades III e IV não podem ficar sem uma resposta, pois a ferramenta utilizada não exclui a possibilidade de tratamento de outros índices de prioridade detectados para o escopo.

Assim, os aspectos: consumo de água, consumo de energia, e consumo de detergente, relacionados aos impactos redução dos recursos naturais, poluição dos corpos hídricos de prioridade III e os aspectos consumo de energia, uso de papel alumínio, uso de EPI's, uso da autoclave, consumo de meios de cultura, e consumo de papel, relacionados aos impactos: redução dos recursos naturais, geração de resíduos, emissões de odores interferindo no bem-estar, geração de resíduos líquidos orgânicos, riscos de acontecer incêndios, riscos gerados a saúde e ao bem estar de Prioridade IV, necessitam de tratamentos, pois a ferramenta apresenta uma lógica de ação prioritária para o desenvolvimento e implementação de uma gestão ambiental sistemática, não visando a eliminação de possíveis tratamentos a aspectos e impactos de menor prioridade detectados para o escopo.

Por fim, se conclui que a identificação dos aspectos e impactos ambientais, se mostrou satisfatória ao relacionar-se aos processos realizados no âmbito do escopo. Não se pensou em esgotar os mecanismos de identificação e análises dos aspectos e impactos ambientais do escopo em estudo, mas, sobretudo, visualizou-se construir uma contribuição, para que balize planos de ação direcionados ao tratamento dos aspectos e impactos ambientais de maior repercussão considerando a viabilidade de implementação das ações recomendadas, podendo com isso facilitar a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) para o escopo definido no estudo.

6. REFERÊNCIAS:

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **ABNT CATÁLOGO**, 2017. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/>> Acesso em: 07 jul.2017.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR ISO 14001:2015, **Sistema de gestão ambiental - requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro, 2015

AMORIM, Jaqueline Gomes. **Sistema de Gestão Ambiental: Uma Proposta para a Unidade Acadêmica III (Controle e Processos Industriais) do IFPB Campus João Pessoa**. João Pessoa, 2017.

Associação Portuguesa de Certificação - APCER. **Guia do utilizador ISO 14001:2015**. Ed. Portugal. Porto, 2016.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão Ambiental Empresarial**. 2ªed revista e atualizada. Editora Saraiva, 2007.

BORGES, Fernando Hagihara; *et al.* **A evolução da preocupação ambiental e seus reflexos no ambiente dos negócios: uma abordagem histórica**. ENEGEP,2005. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep1005_1433.pdf>. Acesso em: 18 out.2017.

CAMPANI, Barnech; *et al.* **Implementação do sistema de gestão ambiental no prédio da engenharia mecânica** – UFRGS. In: XXX Congresso Internacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2006, Punta Del Este – Uruguai. Anais, 2006, p. 2 a 3. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sga/SGA/educacao-ambiental%201/links/trabalhos/8%20implantacao_sistema_gestao.pdf>. Acesso em: 18 jul.2017.

CAMPOS, L. M. S.; *et al.* **Auditoria Ambiental: uma ferramenta de gestão**. São Paulo: Atlas, 2009.

CARVALHO, G. L, *et al.* **Ciclo PDCA Influência no Sistema de Gestão da Qualidade**. Goiânia, 2010. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/CICLO_PDCA_INFLU%C3%8ANCIA_NO_SISTE

MA_DE_GEST%C3%83O_DA_QUALIDADE.pdf>. Acesso em: 10 jul.2017.

DECRETO Nº 3.665, DE 20 DE NOVEMBRO DE 2000. Dá nova redação ao Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados (R-105). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3665.htm>. Acesso em: 25 jan.2018.

Diretoria de Fiscalização de Produtos Controlados – DFCP. **A Fiscalização de Produtos Controlados e a Segurança Pública**. 2017. Disponível em: <http://www.dfpc.eb.mil.br/images/AFPCEaSegurancaPublicaNOVO_.pdf>. Acesso em: 25 jan.2018.

FELIPE, J. O. **Gestão Para Sustentabilidade**, 2005. Disponível em: <https://play.google.com/store/books/details?id=JKpMBQAAQBAJ&rdid=book-JKpMBQAAQBAJ&rdot=1&source=gbs_vpt_read&pcampaignid=books_booksearch_viewport>. Acesso em: 02 jul.2017.

Fundação de Apoio ao IFPB – FUNETEC. **Projeto pioneiro do ifpb vira programa de análise de qualidade da água a baixo custo**. João Pessoa, 2012. Disponível em: <<http://www.funotec.com/?pg=noticias&id=128>>. Acesso em: 08 ago.2017.

GODOY, Arilda Schimidt. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. **Rev. Administração de Empresas, São Paulo v. 35, n. 3 p. 20-29**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a04v35n3>

GURSKY, B *et al.* **Conferência de Estocolmo: Um marco na Questão Ambiental**. 2012. Disponível em: <<http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/admrevista/article/view/466>>. Acesso em: 08 jul.2017

International Organization for Standardization – ISO. **The ISO Survey**. 2015. Disponível em: <<https://www.iso.org/the-iso-survey.html>>. Acesso em: 02/07/2017

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO. **Histórico da situação dos certificados**. Disponível em: <<http://certifiq.inmetro.gov.br/Grafico/HistoricoCertificadosConcedidos>>. Acesso em: 02 jul.2017.

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO. **Programa Brasileiro de etiquetagem.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/refrigeradores.pdf>>. Acesso em: 30 jan.2018

SEIFFERT, Maria Elizabeth Bernardini. **ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental: Implantação objetiva e econômica.** 3º ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2007.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

SHIGUNOV NETO, Alexandre; *et al.* **Fundamentos da Gestão Ambiental.** Ciência Moderna, 2009.

VANDENBRANDE, Willy W. **How to Use FMEA to Reduce the Size of Your Quality Toolbox.** Quality progress, v. 31, n. 11, 1998.

APÉNDICE

APÊNDICE A – Resultado da Aplicação da Ferramenta FMEA adaptada

(Continua)

Processo	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	G	Causa Potencial	O	Forma atual de controle	D	Ação recomendada	E	IRA	Responsável	Execução
Análise bacteriológica da água (Lab. Micro)	Consumo de água	Redução dos recursos naturais	3	Lavagem das vidrarias	8	Inexistente	4	Colocar arejadores de inox nas torneiras do laboratório	0,8	76,8	Técnicos	Em 3 meses
Análise bacteriológica da água (Lab. Micro)	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Armazenamento dos tubos de ensaio na geladeira	10	Inexistente	4	Fazer a manutenção preventiva da geladeira, e quando possível fazer a troca por uma mais econômica	0,9	108	Pessoas qualificadas para tal serviço	Seguir o padrão estabelecido pelo fornecedor do equipamento
Análise bacteriológica da água (Lab. Micro)	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Esterilização das amostras na estufa de secagem	4	Padronização de dias de uso de equipamentos pra não ligar sempre que for conveniente	4	Determinar de um a dois dias da semana para utilização da estufa	1	48	Técnicos e docentes	Imediatamente
Análise bacteriológica da água (Lab. Micro)	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Incubação das amostras na estufa incubadora	9	Inexistente	4	Determinar de dois a três dias da semana para utilização da estufa	1	108	Técnicos e docentes	Imediatamente

APÊNDICE A – Resultado da Aplicação da Ferramenta FMEA Adaptada

(Continuação)

Processo	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	G	Causa Potencial	O	Forma atual de controle	D	Ação recomendada	E	IRA	Responsável	Execução
Análise bacteriológica da água (Lab. Micro)	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Utilização do ar-condicionado	8	Ligado apenas quando o há necessidade	2	Fazer manutenção para garantir seu funcionamento correto	0,9	43,2	Pessoas qualificadas para tal serviço	2 vezes ao ano
Análise bacteriológica da água (Lab. Micro)	Uso de papel alumínio	Geração de resíduos	3	Esterilização da pipeta, placas de petri e tubos de ensaio na autoclave	9	Descartado em lixo comum, sem descarte selecionado	1	Reutilização do papel alumínio, de uma a duas vezes	1	27	Técnicos, bolsistas e discentes	Sempre que o processo ocorrer
Análise bacteriológica da água (Lab. Micro)	Uso de EPI's	Geração de resíduos	3	Preparação das amostras	9	Descartado em lixo comum, sem descarte selecionado	2	Fazer o descarte selecionado do EPI	1	54	Todos que usarem o EPI	Sempre que o processo ocorrer
Análise bacteriológica da água (Lab. Micro)	Uso da autoclave	Emissão de odores, interferindo no bem-estar	7	Esterilização das amostras para descarte na autoclave	4	Padronização de dias de uso de equipamentos pra não ligar sempre que for conveniente	1	Adicionar um neutralizador de odor na autoclave	0,5	14	Técnicos	Em 3 meses
Análise bacteriológica da água (Lab. Micro)	Consumo de meios de cultura	Geração de resíduos líquidos orgânicos	3	Preparação das amostras	6	São descontaminados antes do seu descarte na pia	2	Manter a descontaminação das amostras antes do seu descarte	0,9	32,4	Técnicos, bolsistas e discentes	Sempre que o processo ocorrer

APÊNDICE A – Resultado da Aplicação da Ferramenta FMEA Adaptada

(Continuação)

Processo	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	G	Causa Potencial	O	Forma atual de controle	D	Ação recomendada	E	IRA	Responsável	Execução
Produção de água destilada (Lab. Micro)	Consumo de água	Redução dos recursos naturais	3	Pré-lavagem de vidrarias	9	Inexistente	4	Reaproveitamento da água utilizada no processo de produção de água destilada	0,3	32,4	Técnicos, bolsistas e discentes	Em 5 meses
Produção de água destilada (Lab. Micro)	Consumo de água	Redução dos recursos naturais	3	Preparo de soluções	5	Inexistente	4	Reaproveitamento da água utilizada no processo de produção de água destilada	0,3	18	Técnicos, bolsistas e discentes	Em 5 meses
Produção de água destilada (Lab. Micro)	Consumo de água	Redução dos recursos naturais	3	Preparo de meios de cultura	8	Inexistente	4	Reaproveitamento da água utilizada no processo de produção de água destilada	0,3	28,8	Técnicos, bolsistas e discentes	Em 5 meses
Análise físico-química da água (Lab. Águas)	Consumo de água	Redução dos recursos naturais	3	Lavagem das vidrarias	6	Inexistente	4	Colocar arejadores de inox nas torneiras do laboratório	0,8	57,6	Técnicos	Em 3 meses
Análise físico-química da água (Lab. Águas)	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Utilização de ar-condicionado	9	Inexistente	4	Fazer manutenção e limpeza, para garantir seu bom funcionamento e economizar energia	0,9	97,2	Pessoas qualificadas para tal serviço	2 vezes ao ano

APÊNDICE A – Resultado da Aplicação da Ferramenta FMEA Adaptada

(Continuação)

Processo	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	G	Causa Potencial	O	Forma atual de controle	D	Ação recomendada	E	IRA	Responsável	Execução
Análise físico-química da água (Lab. Águas)	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Armazenamento de frascos e soluções na geladeira	10	Inexistente	4	Fazer a manutenção preventiva da geladeira, e quando possível fazer a troca por uma mais econômica	0,9	108	Pessoas qualificadas para tal serviço	2 vezes ao ano a manutenção
Análise físico-química da água (Lab. Águas)	Consumo de detergente	Poluição dos corpos hídricos	3	Lavagem das vidrarias	6	Inexistente	4	Utilização e fabricação de detergentes sustentáveis	0,5	36	Técnicos e bolsistas	Em 3 meses
Análise físico-química da água (Lab. Águas)	Uso de papel alumínio	Geração de resíduos	3	Esterilização do frasco de coleta na autoclave	7	Descartado em lixo comum, sem descarte selecionado	1	Reutilização do papel alumínio, em duas ou três vezes.	1	21	Técnicos e bolsistas	Sempre que o processo ocorrer
Análise físico-química da água (Lab. Águas)	Uso de EPI's	Geração de resíduos	3	Manuseio de reagentes químicos	4	As luvas e máscaras só são utilizadas, para manipular ácidos	2	Fazer o descarte selecionado do EPI	1	24	Técnicos e bolsistas	Sempre que o processo ocorrer

APÊNDICE A – Resultado da Aplicação da Ferramenta FMEA Adaptada

(Continuação)

Processo	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	G	Causa Potencial	O	Forma atual de controle	D	Ação recomendada	E	IRA	Responsável	Execução
Análise físico-química da água (Lab. Águas)	Consumo de reagentes	Geração de resíduo líquidos	10	Resíduo da análise das amostras	6	É feito o armazenamento em bombonas, e, neutraliza-se ácidos e base, sendo esses descartados quando conveniente	4	Dar uma destinação adequada para os resíduos que estão sendo armazenados	0,7	168	Empresa responsável por fazer a coleta, ou, técnicos e bolsistas caso seja doado um espaço para esse armazenamento	5 meses para terceirização e 2 meses para um espaço dentro do próprio instituto
Emissão de laudos (Lab. Águas)	Consumo de papel	Geração de resíduos	3	Entrega dos resultados das análises para os clientes	9	São realizadas duas vias de resultado, uma para o cliente e outra para o PMA, aqueles resultados errados são descartados na lixeira verde	1	Utilização do papel ecológico	0,3	8,1	Técnicos	Em 3 meses
Armazenamento de resíduos de soluções (Lab. Águas)	Armazenamento dos resíduos químicos em local inadequado	Potenciais riscos gerados a saúde dos técnicos e bolsistas, e, ao meio ambiente	10	Análises físico-químicas da água	10	Os resíduos são armazenados em bombonas, e frascos de vidros	4	Definir um destino adequado para os resíduos que estão sendo armazenados	0,5	200	Empresa responsável por fazer a coleta, ou, técnicos e bolsistas caso seja doado um espaço para esse armazenamento	5 meses para terceirização e 2 meses para um espaço dentro do próprio instituto

APÊNDICE A – Resultado da Aplicação da Ferramenta FMEA Adaptada

(Continuação)

Processo	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	G	Causa Potencial	O	Forma atual de controle	D	Ação recomendada	E	IRA	Responsável	Execução
Análise físico-química da água (Lab. F-Q)	Consumo de água	Redução dos recursos naturais	3	Lavagem das vidrarias	4	Inexistente	4	Colocar arejadores nas torneiras do laboratório	0,8	38,4	Técnicos	Em 3 meses
Análise físico-química da água (Lab. F-Q)	Consumo de reagentes	Geração de resíduo líquidos	8	Resíduo da análise das amostras	4	É feito o armazenamento em bombonas, e, neutraliza-se ácidos e base, sendo esses descartados quando conveniente	4	Dar uma destinação adequada para os resíduos que estão sendo armazenados	0,7	89,6	Empresa responsável por fazer a coleta, ou, técnicos e bolsistas caso seja doado um espaço para esse armazenamento	5 meses para terceirização e 2 meses para um espaço dentro do próprio instituto
Análise físico-química da água (Lab. F-Q)	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Armazenamento de frascos e soluções na geladeira	10	Inexistente	4	Fazer a manutenção preventiva da geladeira, e quando possível fazer a troca por uma mais econômica	0,9	108	Pessoas qualificadas para tal serviço	Seguir o padrão estabelecido pelo fornecedor do equipamento

APÊNDICE A - Resultado da Aplicação da Ferramenta FMEA Adaptada

(Conclusão)

Processo	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	G	Causa Potencial	O	Forma atual de controle	D	Ação recomendada	E	IRA	Responsável	Execução
Análise físico-química da água (Lab. F-Q)	Uso de EPI's	Geração de resíduos	3	Manuseio dos reagentes perigosos	4	Descartado em lixo comum, sem descarte selecionado	2	Fazer o descarte selecionado do EPI	1	24	Discentes	Sempre que o processo ocorrer
Análise físico-química da água (Lab. F-Q)	Uso de papel alumínio	Geração de resíduos	3	Esterilização da pipeta, placas de petri e tubos de ensaio na autoclave	4	Descartado em lixo comum, sem descarte selecionado	1	Reutilização do papel alumínio, de uma a duas vezes	1	12	Discentes	Sempre que o processo ocorrer
Análise físico-química da água (Lab. F-Q)	Consumo de detergente	Poluição dos corpos hídricos	3	Lavagem das vidrarias	4	Inexistente	4	Utilização e Fabricação de detergentes sustentáveis	0,5	24	Discentes	Em 3 meses
Análise físico-química da água (Lab. F-Q)	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Utilização do ar-condicionado	7	Ligado apenas quando o há necessidade	1	Fazer manutenção e limpeza, para garantir seu bom funcionamento e economizar energia	0,9	18,9	Discentes	2 vezes ao ano
Armazenamento de reagentes e meio de cultura (Unidade de estoque)	Consumo de energia	Redução dos recursos naturais	3	Utilização do ar-condicionado	10	Inexistente	4	Fazer manutenção para garantir seu funcionamento correto	0,9	108	Pessoas qualificadas para tal serviço	2 vezes ao ano

Fonte: Autora, 2017

