

# APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DMAIC-SEIS SIGMA COMO FERRAMENTA SISTÊMICA NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE INDÚSTRIAS FARMACÊUTICAS

**NOBILE, Priscilla Castanho; MOIDIM, Erika Ribeiro**

prynobile@hotmail.com

Centro de Pós-Graduação Oswaldo Cruz

**Resumo:** *Essa pesquisa refere-se à aplicação da metodologia DMAIC – Seis Sigma nos principais elementos do Sistema de Gestão Ambiental, comuns ao gerenciamento de resíduos sólidos provenientes dos processos produtivos de indústrias farmacêuticas, possibilitando sua manutenção, melhoria contínua e garantindo a operação industrial dentro de padrões legais aplicáveis, minimizando ainda, ou mitigando os aspectos ambientais associados à problemática da geração de resíduos.*

**Palavras-Chave:** *Indústria Farmacêutica, resíduos sólidos, DMAIC, Seis Sigma.*

**Abstract:** *This research refers to the application of the DMAIC – Six Sigma methodology on the main elements of the Environmental Management System, common to the management of solid waste from production processes of pharmaceutical industries allowing its maintenance, continuous improvement and ensuring the industrial operation within compliance to the legal standards applicable, minimizing yet, or mitigating the environmental aspects associated with the problem of waste generation.*

**Keywords:** *Pharmaceutical industry, solid waste, DMAIC, Six Sigma.*

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Resíduos industriais farmacêuticos

A indústria farmacêutica é classificada no grupo 212 do CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) e utiliza uma série de processos e tecnologias de alto grau de complexidade em produções por batelada de apresentações em cápsulas, comprimidos, líquidos injetáveis, cremes e pomadas (CALIXTO; MORETTO, 2013).

De acordo com os dados disponibilizados no Inventário de resíduos industriais da CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, agência do Governo responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição, a indústria farmacêutica, encontra-se classificada entre as dez primeiras atividades mais geradoras de resíduos industriais perigosos no estado de São Paulo (CETESB, 1996).

Em função da diversidade de produtos fabricados no ramo industrial farmacêutico, é bastante difícil a compilação de todos os resíduos identificados em suas diferentes etapas produtivas.

A Tabela 1(CALIXTO; MORETTO, 2013), a seguir, tem por objetivo apresentar um breve resumo dos principais tipos de resíduos gerados pelas atividades características das indústrias farmacêuticas:

**Tabela 1** – Principais resíduos gerados nas indústrias farmacêuticas

Resíduo	Descrição	Exemplos
Produtos Farmacêuticos Vencidos ou Fora de Especificação	Produtos vencidos e fora de especificação, amostras de retenção, sobras de análises e materiais para testes	Produtos acabados de diversas formulações
Materiais de embalagem (requerem descaracterização e/ou descontaminação)	Embalagens diversas podendo conter ou não residual de produtos, reagentes ou matérias-primas	Tubos, frascos, cartuchos, blísteres, sacos, tambores, barricas, baldes, ampolas, etc
Reagentes	Insumos, excipientes e materiais auxiliares vencidos ou fora de especificação e sobras de análises, materiais para testes	Sais e óxidos de metais diversos, inclusive metais pesados, substâncias orgânicas sólidas, ácidos, álcalis, soluções tampão, soluções aquosas, solventes orgânicos e inorgânicos
Sucatas de plásticos, vidros, metais, papel e papelão	Embalagens vazias e materiais de plástico, vidro, metálicos e papel ou papelão de origens diversas e não contaminados	PE, PP, PVC, vidrarias de laboratórios, frascos e garrafas de vidro, tambores de ferro, aço carbono, fios de cobre, alumínio, aço inox, papeis provenientes das áreas administrativas, barricas e caixas de papelão, etc
Sucatas de madeira	Materiais de madeira de origens diversas	Mobílias, pallets, podas de árvores
Lodo e material sólido de peneiras provenientes de estações de tratamento	Proveniente do tratamento físico-químico e/ou biológico de efluentes industriais	Material sólido descartado na tubulação de esgotos industriais retido nas peneiras e lodo físico-químico e/ou biológico
Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista	Troca de lâmpadas queimadas, quebradas ou defeituosas	Vidro, vapor de mercúrio ou sódio e partes metálicas
Óleo lubrificante usado	Troca de óleo de equipamentos	Óleo lubrificante
Resíduos comuns	Cozinha, refeitório, banheiros, jardinagem, escritórios	Resíduos com características de lixo domiciliar
Entulho de obra	Reformas e construções	Fragmentos de alvenaria, telhas de amianto no caso

		de construções antigas
Pilhas e baterias	Pilhas e baterias	Troca de baterias de equipamentos ao final de sua vida útil
Termômetros	Termômetros quebrados	Termômetros utilizados em áreas de laboratórios e produção
Filtros usados	Troca de elementos filtrantes pós saturação	Fibras de celulose ou materiais sintéticos contaminados
Sucatas eletroeletrônicas e seus componentes	Equipamentos eletroeletrônicos quebrados, obsoletos, ou parte deles	Materiais sintéticos (plásticos), partes metálicas, cristal líquido
EPI's e têxteis	Equipamentos de proteção individual, uniformes, acessórios ou dispositivos de proteção provenientes das atividades produtivas podendo estar contaminados ou não	Luvas, máscaras, protetores auriculares e oculares, toucas, aventais, macacões, sobrecalçados, etc
Resíduos infectantes	Material contaminado biologicamente	Sobras de análises microbiológicas, resíduo ambulatorial
Resíduo perfurocortantes	Materiais com potencial risco de perfuração/ corte	Agulhas, cacos de vidro, seringas, lâminas de vidro, utilizadas em análises laboratoriais

Complementarmente, os resíduos e efluentes gerados nas diferentes atividades produtivas das formulações farmacêuticas são provenientes da limpeza, sanitização e esterilização de equipamentos, produtos rejeitados e dos processos propriamente ditos. Nas operações de mistura e compressão, na fase de fabricação, há geração de material particulado. A fonte primária de efluentes é a água de lavagem das linhas e equipamentos que podem conter grande variação de componentes constituindo suas respectivas formulações.

## 1.2 Gerenciamento de Resíduos Sólidos Farmacêuticos

No Brasil, o processo de avaliação de impacto ambiental é vinculado ao licenciamento ambiental, primariamente de responsabilidade estadual. Tal autorização, denominada licença ambiental, é um dos instrumentos mais importantes da política ambiental pública, sendo de caráter preventivo, pois sua utilização tem o objetivo de evitar a ocorrência de danos ambientais (Sánchez, 2013).

No portal de licenciamento ambiental, disponibilizado também pela CETESB, é verificado que no consentimento da renovação da Licença de Operação dos empreendimentos farmacêuticos é requerida pela agência ambiental a apresentação de um relatório de desempenho ambiental, demonstrando os ganhos e indicadores ambientais utilizados, assim como as medidas de Prevenção à Poluição - P2 ou

Produção mais Limpa - P+L implementadas no período, elaborado com base nos dados de geração, entre outros, a quantidade de resíduos sólidos gerados no processamento industrial com vistas a promover ganhos ambientais em relação à redução das cargas poluidoras.

Neste seguimento, a forma encontrada pelas indústrias farmacêuticas para assegurar o desempenho ambiental juntamente com o cumprimento dos requisitos legais aplicáveis, foi o gerenciamento dos resíduos sólidos oriundos de todas as etapas produtivas, sendo este, realizado através de um conjunto de procedimentos para gestão e planejamento, implementados a partir de racionais técnicos, legais e corporativos, com o objetivo de não gerar, reduzir, reutilizar, reciclar, repensar e finalmente tratar todos os resíduos ainda assim remanescentes. Estes rejeitos devem ser dispostos de forma adequada, assegurando a proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente (CALIXTO; MORETTO, 2013).

Na prática, o gerenciamento deve estar direcionado em todas as etapas relacionadas ao fluxo de destinação de resíduos: identificação, classificação, segregação, coleta, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final (SILVA, 2014).

Sob a ótica legal, o conceito de gerenciamento torna-se ainda mais restritivo na Lei Federal 12.305, que institui a PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) estabelecendo que a não geração e a redução são itens prioritários na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos dos empreendimentos.

A PNRS, aprovada em 2 de agosto de 2010, após mais de vinte anos no Congresso Nacional, é um marco da legislação ambiental com relação à gestão de resíduos sólidos urbanos e industriais, promovendo uma série de oportunidades para que todas as empresas possam melhorar a eficiência de seus processos produtivos, progredindo na análise do ciclo de vida dos produtos, promovendo a concepção de desenvolvimento sustentável através do aumento da taxa de reciclagem, valorizando os resíduos e definindo as responsabilidades socioambientais dos empreendimentos. (NETO; ROCHA, 2015).

Não obstante, a legislação brasileira é extremamente complexa em relação às penalidades administrativas, civis e criminais por danos de cunho ambiental, fazendo com que a questão do gerenciamento adequado dos resíduos provenientes das indústrias farmacêuticas seja imprescindível nos propósitos de evitar ou mitigar possíveis aspectos e impactos ambientais negativos. A própria PNRS institui o conceito de Responsabilidade Compartilhada de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes em sua Seção II (BRASIL, 2010).

No gerenciamento de resíduos é necessário a utilização de um Inventário de Resíduos Sólidos Industriais que se trata de um conjunto de informações relacionadas a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos industriais. Em conformidade com o estabelecido na Resolução CONAMA 313/02, este inventário deve ser reportado ao Órgão de Controle Ambiental a cada 24 meses, ou em menor prazo, conforme estabelecido pelas Agências Ambientais na Licença de Operação (BRASIL, 2002), ficando o Órgão de Controle Ambiental incumbido de apresentar ao IBAMA, todos os dados informados pelos respectivos estabelecimentos.

Um programa de educação continuada sobre a gestão de resíduos deve conter as seguintes informações mínimas, porém não limitadas a (CALIXTO; MORETTO, 2013):

- Noções gerais sobre o ciclo de vida dos materiais;
- Formas de reduzir a geração de resíduos e a reutilização de materiais;

- Conhecimento da legislação ambiental, de limpeza pública e de vigilância sanitária relativas aos resíduos;
- Definições, tipos e classificações dos resíduos e seu potencial de risco;
- Sistema de gerenciamento interno do estabelecimento;
- Conhecimento das responsabilidades e das tarefas a serem executadas;
- Conhecimento sobre a utilização dos veículos de coleta;
- Orientações quanto ao uso de Equipamentos de Proteção Individual – EPI e Coletiva – EPC;
- Orientações sobre biossegurança (biológica) e proteção radiológica, quando aplicável;
- Orientações quanto à higiene pessoal e dos ambientes;
- Documentação aplicável;
- Providências a serem tomadas em caso de acidentes ou emergências;
- Noções sobre a realidade do gerenciamento dos resíduos sólidos no município.

### **1.3 Metodologia Seis Sigma**

A metodologia Seis Sigma é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa que tem como objetivo aumentar drasticamente a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores. Sua filosofia defende a melhoria contínua dos processos e da redução de variabilidade, baseados no relacionamento existente entre projeto, fabricação, qualidade final, entrega do produto e a satisfação dos consumidores (Werkema, 2004).

A expressão “Sigma” mede a capacidade produtiva em trabalhar sem anomalias e corresponde à décima oitava letra do alfabeto grego. Juntamente com o número “Seis”, o termo “Seis Sigma” significa a redução de variação em relação a um determinado resultado numa taxa de 3,4 falhas por milhão ou 99,99966% de perfeição (Campos, 1999).

O segredo pelo sucesso do Seis Sigma está diretamente ligado à mensuração direta dos benefícios do programa pelo aumento da lucratividade da empresa com aplicação do DMAIC que é um método estruturado para alcance de metas e com elevado comprometimento da alta hierarquia organizacional.

Os pontos críticos para o sucesso do Seis Sigma estão relacionados principalmente à escolha apropriada dos projetos, tempo de dedicação adequado dos candidatos, elevado comprometimento da alta administração, acompanhamento e suporte dos líderes responsáveis por remover as possíveis barreiras para o desenvolvimento dos projetos, resultados trazidos para a linguagem financeira, perfil adequado dos candidatos, comunicações frequentes na empresa, planos de incentivos para a equipe de trabalho e alto envolvimento da organização.

O método DMAIC é constituído por cinco etapas, descritas juntamente com as ferramentas aplicáveis a seguir (Rath&Strong, 2006):

- Definir: Definição com precisão do escopo do projeto de forma a assegurar que a análise de sua causa-raiz comece com um propósito claro. Nesta etapa deverão ser respondidos os seguintes questionamentos:
  - Qual é o problema?
  - Qual é a meta a ser atingida?
  - Quem é afetado pelo problema?
  - Qual é o processo relacionado ao problema?
  - Qual é o impacto econômico do projeto?

A ferramenta que deve ser utilizada nesta etapa inicial é denominada Project Charter, que se trata de um documento que representa uma espécie de contrato de prestação de serviços entre a equipe selecionada para a realização do projeto juntamente com os gestores da empresa. O Project Charter deve responder a todos os questionamentos mencionados e para este fim podem ser usadas mais duas ferramentas que são o VOC (Voz do Cliente), definida como o conjunto de dados que representam as necessidades e expectativas dos clientes/consumidores quanto aos produtos da empresa; e também o SIPOC, que resulta de um diagrama com as iniciais em inglês dos elementos S (Suppliers - fornecedores), I (Input – insumos), P (Process – processo), O (Output – produtos) e C (Customers – consumidores).

- **Medir:** Determinação da localização ou foco do problema. Nesta segunda etapa do DMAIC o problema deverá ser refinado ou focalizado e, portanto, se deve priorizar as repostas aos seguintes questionamentos:

- Quais resultados devem ser medidos para a obtenção de dados úteis à focalização do problema?

- Quais são os focos que devem ser priorizados diante da problemática apresentada?

Os dados nos ajudam a diferenciar o que se acha em relação ao que efetivamente está acontecendo, além de permitir com que o histórico do problema seja avaliado ao longo do tempo, monitorando o real desempenho dos processos.

O 5W2H (who, what, where, when, why, how e how much – quem, qual, onde, quando, por que, quem e quanto) é a ferramenta apropriada para a elaboração de um Plano de Coleta de Dados.

Diagramas de Pareto são aplicáveis para tornar evidente e visual a estratificação e a priorização de problemas.

As utilizações de cartas de controle em processo, índices de capacidade, métrica Seis Sigma, histogramas, gráficos sequenciais, análise de séries temporais e análise multivariada são bastante empregadas na fase medir.

- **Analisar:** Determinação das causas associadas a cada problema prioritário.

Nesta terceira etapa será respondido basicamente o questionamento relacionado ao porquê da existência do problema prioritário através da realização de um Brainstorming (sessão de pensamento criativo em que é elaborada uma lista de causas potenciais pelos membros da equipe contendo desde o nível operacional até especialistas na temática abordada). As informações obtidas deverão ser organizadas para maior facilidade de visualização, por meio do uso de um Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama dos 6M's ou ainda Diagrama de Espinha de Peixe..

- **Melhorar:** Proposição de ideias com o objetivo de implementar soluções para cada problema prioritário. Nesta fase serão geradas ideias sobre as soluções potenciais para a eliminação das causas fundamentais do problema detectado na etapa anterior e então um Plano de Ação será desenvolvido também utilizando o 5W2H, anteriormente mencionado com uma Matriz de Priorização para respectiva implementação. Como geralmente não é viável implementar todas as ações identificadas para todas as causas potenciais, será necessário construir uma Matriz de Priorização com o objetivo de priorizá-las mediante o critério de nível de esforço ou custo para implementação versus o seu impacto.

Outra ferramenta empregada nesta fase é denominada de Análise de Grupos de Interesse (Stakeholder Analysis). Esses grupos são compostos por pessoas, áreas ou departamentos que serão afetados pelas soluções prioritárias identificadas pelos membros do projeto ou deverão participar do plano de implementação dessas soluções.

- **Controlar:** Manutenção de que o alcance da meta seja mantido a longo prazo.

Consiste na avaliação do alcance da meta em larga escala através da padronização dos processos mediante a criação de procedimentos operacionais padrão ou elaboração de manuais de treinamento ou ainda de treinamentos no trabalho (On the Job Training – OJT).

A criação de um sistema de monitoramento, com as mesmas métricas empregadas na segunda etapa do DMAIC deve ser realizado com o objetivo de evidenciar o resultado obtido versus a métrica proposta.

Ao término desta etapa, o processo deve ser documentado com os resultados e principalmente com as lições aprendidas. Possíveis replicações também devem ser endereçadas nesta fase.

### **3 METODOLOGIA**

Para a realização deste trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas documentais em vários meios diferentes, como por exemplo: sites, livros, materiais de treinamentos de consultorias de empresas e artigos possibilitando o enriquecimento de seu conteúdo.

A pesquisa tradicional, baseada nos relatos de experiência na utilização da metodologia DMAIC – Seis Sigma, para a resolução das oportunidades provenientes na gestão de resíduos sólidos de áreas não produtivas de indústrias farmacêuticas foi a sistemática adotada neste estudo. Sua essência devidamente aplicada decorre na possibilidade de utilização imediata dos conhecimentos gerados sobre a aplicação da ferramenta apropriada para a manutenção, adequação ou melhoria contínua, conforme necessidades específicas do segmento industrial farmacêutico.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A Gestão Ambiental pode ser definida como um conjunto de medidas de ordem técnica e gerencial cujo objetivo é assegurar que o empreendimento seja implantado, operado e desativado em conformidade com a legislação ambiental aplicável e também de outras diretrizes relevantes, a fim de minimizar os riscos ambientais e os impactos adversos, além de maximizar os efeitos benéficos (Sánchez, 2013).

Faz-se então necessário o uso de uma ferramenta que permita a verificação dessas condicionantes de forma mensurável, que sintetize o desempenho da empresa do ponto de vista ambiental. São os chamados indicadores ambientais.

A seleção dos indicadores deve ser feita de maneira a contribuir para atendimento aos requisitos legais aplicáveis, utilizar eficientemente os recursos produtivos, treinar e manter a capacitação dos envolvidos e também de promover o investimento em programas ambientais (CALIXTO; MORETTO, 2013).

A Tabela 2 apresentará alguns exemplos de indicadores bastante comuns na gestão de resíduos e que podem indicar a necessidade de aperfeiçoamento, possibilitando então a aplicação direta da metodologia DMAIC – Seis Sigma, para sua adequação e posterior manutenção com melhoria continuada dos resultados obtidos.

**Tabela 2** – Exemplos de Indicadores Ambientais aplicáveis na Gestão de Resíduos

Itens Avaliados	Exemplos de Indicadores
Implementação de Políticas e Programas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantidade de iniciativas de melhoria ambiental implementadas;</li> <li>- Percentual de atendimento aos treinamentos ambientais;</li> <li>- Percentual de atendimento à programação aos Programas de Auditorias de Meio Ambiente;</li> <li>- Treinamentos ambientais aplicados.</li> </ul>
Conformidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantidade de multas e penalidades ou reclamações e os custos a elas atribuídos;</li> <li>- Quantidade de não conformidades/período;</li> <li>- Percentual de aspectos ambientais sob controle;</li> <li>- Percentual de requisitos legais em conformidade.</li> </ul>
Desempenho Operacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução no consumo relativo de recursos naturais;</li> <li>- Redução da geração relativa de resíduos;</li> <li>- Auditorias realizadas em prestadores de serviços relacionados à resíduos;</li> <li>- Índices de reciclagem/reuso de materiais;</li> <li>- Quantidade de resíduos gerados por tipo;</li> <li>- Quantidade de resíduo gerado versus a quantidade de resíduo destinado.</li> </ul>
Desempenho Financeiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investimentos associados com a gestão e controle ambiental;</li> <li>- Economia obtida através da gestão de controle ambiental;</li> <li>- Valor de estoques obsoletos ou fora de especificação/período;</li> <li>- Valor da destinação e tratamento de resíduos (por tipo de destinação);</li> <li>- Receita obtida pela venda de resíduos recicláveis;</li> <li>- Custo da remediação de passivos ambientais;</li> <li>- Custos com a infraestrutura das áreas de armazenamento interno de resíduos;</li> <li>- Custo de recipientes para armazenamento de resíduos;</li> <li>- Custo com fretamentos para transporte interno ou externo de resíduos.</li> </ul>
Relações com a comunidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adesão da comunidade aos programas educacionais ambientais;</li> <li>- Índice de aprovação em pesquisas com a comunidade localizada no entorno do empreendimento;</li> <li>- Número de reuniões com a comunidade/período;</li> <li>- Investimentos em iniciativas de responsabilidade socioambiental;</li> <li>- Nível de ruído ambiental/período;</li> <li>- Ocorrência de odores/período.</li> </ul>

Um fator bastante importante ainda nesta abordagem é que os verdadeiros indicadores não são o reflexo de como as organizações se saem quando estão nos seus



melhores dias, mas sim nos piores (Chowdhury, 2006), ou seja, a utilização de critérios para o projeto deve ter como abordagem as boas práticas de gestão ambiental sob a ótica mais crítica do ponto de atendimento a requisitos legais e corporativos aplicáveis.

Adicionalmente, a hierarquia preferencial para a gestão de resíduos é a não geração, a redução na fonte, a reutilização, a reciclagem (dentro do processo produtivo, no próprio estabelecimento ou envio externo), o tratamento dos resíduos de forma a minimizar sua periculosidade e a disposição final segura, sendo então fundamental que o objetivo sugerido esteja em conformidade com essas premissas.

O conteúdo mencionado direciona ao entendimento de que esses indicadores nos permitem ter visibilidade tanto qualitativa como quantitativa do desempenho ambiental do empreendimento, sendo importantes para o estabelecimento de programas, projetos e ações com metas para sua adequação e consequentemente permitindo a aplicação direta da metodologia DMAIC-Seis Sigma.

Na fase definir é importante atentar-se ao escopo do projeto podendo-se então considerar a gestão em sua íntegra, ou seja, nas etapas de identificação, classificação, segregação, coleta, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final ou parcial, contemplando apenas uma das atividades mencionadas.

A meta deverá ser constituída por um objetivo (devidamente associado ao problema ou oportunidade), um valor e um prazo. Na prática, devem ser estabelecidas metas de redução, reutilização, reciclagem, substituição de matérias-primas, alteração das etapas constituintes dos processos produtivos com o objetivo de eliminar ou minimizar a quantidade de resíduos encaminhados para disposição final. A adequação aos padrões legais e corporativos também é aplicável neste contexto.

A fase medir por sua vez, deve conter um diagnóstico que reflita exatamente a situação real e a sazonalidade de alguns indicadores, como por exemplo, a geração de resíduos em áreas produtivas em períodos de férias ou paradas planejadas, o vencimento do tempo de guarda de documentações intrínsecas do ramo farmacêutico, alterações nos volumes de produção, número de colaboradores efetivos e terceirizados do empreendimento, entre outros.

Na fase analisar será possível identificar e organizar as causas potenciais do problema prioritário e que leva ao efeito indesejado, alvo do projeto. Nesta etapa é fundamental que o nível operacional seja envolvido, sendo ainda possível a necessidade de criação de um grupo multidisciplinar para que de forma criativa e eficiente sejam geradas ideias significativas às possíveis causas indesejadas.

Particularmente a fase melhorar, costuma ser a etapa favorita dos integrantes da equipe do projeto, já que nela será possível implementar um plano de ação com prioridades previamente estabelecidas.

Neste contexto, é preciso elaborar um cronograma de atividades considerando todas as etapas a serem desenvolvidas durante a implementação do plano, estabelecendo prazos, recursos aplicáveis e designando responsáveis pela execução de cada uma das atividades. Este plano deve ser revisto e atualizado conforme frequência de verificação estabelecida.

Algumas ações comumente empregadas serão mencionadas a seguir a título ilustrativo da aplicação da metodologia:

- Modificações de processos, equipamentos e matérias-primas utilizados com redução na fonte geradora ou através de sua reutilização de forma a diminuir o volume total ou o seu grau de poluição;
- Melhorias nos gerenciamentos administrativos e também técnicos da empresa de forma a utilizar indicadores inteligentes que reflitam no aumento de eficiência no uso dos insumos de processo (água, energia, matérias-primas, etc);

- Qualificação de prestadores de serviços, através do desenvolvimento de parcerias com fornecedores íntegros que assegurem o cumprimento de práticas responsáveis de acordo com as legislações aplicáveis;
- Combate aos desperdícios identificados através de mudanças internas e se possível com o investimento em tecnologias aplicáveis de baixa geração de resíduos;
- Reutilização de materiais para que se evite descartes e também a necessidade de aquisição de novos, como por exemplo bandejas, big-bags, tanques e contêineres retornáveis ou ainda tanques cativos para o fornecimento de insumos a granel;
- Implementação dos 5 R's: reduzir, reutilizar, reciclar, recusar e repensar;
- Identificação das legislações vigentes aplicáveis a um dado processo e adequação dos procedimentos internos às mesmas;
- Elaboração de procedimentos e registros pertinentes;
- Implementação de puxada de estoque (just in time) para redução dos níveis de inventário e consequentemente de itens obsoletos e/ou expirados;
- Implementação de controles em processo.

Chegamos então na fase de controle e estágio final para o sucesso da aplicação da metodologia proposta em que se deve assegurar que as ações implementadas sejam mensuráveis indicando o cumprimento da meta proposta de forma sustentável e continuamente melhorada a partir de revisões dos planos estabelecidos.

O padrão é o instrumento que indica a meta (fim) e os respectivos procedimentos (meios) para a execução dos trabalhos, de maneira que cada colaborador tenha condições de assumir a responsabilidade pelos resultados esperados de seu trabalho (FALCONI, 2011). O trabalho só pode ser considerado padronizado quando todos os colaboradores estiverem executando uma tarefa da mesma maneira e essa condição só é atingida através de treinamento e capacitação. O próprio Procedimento Operacional Padrão nada mais é do que um pedaço de papel no qual a sequência ideal do trabalho é registrada para uso futuro.

Para a sustentação do nível de excelência organizacional é requerido que encontremos energia, motivação e competência para manter as ações implementadas, com qualidade, segurança, prazos de atendimento e quantidades adequadas (Chowdhury, 2006).

Pela observação dos aspectos apresentados é possível concluir que a metodologia DMAIC-Seis Sigma é perfeitamente aplicável no gerenciamento de resíduos sólidos oriundos das indústrias farmacêuticas, considerando-se que gerenciar é atingir metas de melhoria e para o atingimento destas é necessário o entendimento e o cumprimento dos padrões existentes com sua continuada adaptação para sobrevivência num mercado cada vez mais competitivo, onde os requisitos de compra dos consumidores são cada vez mais desafiadores.

Características relacionadas à qualidade e proveniência das matérias-primas, o destino do produto ao final de sua vida útil, a emissão de poluentes, a interface com as comunidades dos entornos dos estabelecimentos industriais, os programas de educação ambiental, a quantidade de árvores reflorestadas, entre outros, são fatores determinantes no momento de decisão da compra dos consumidores, levando também a associação da marca à percepção de uma empresa ambientalmente responsável.

As próprias fontes de desperdícios podem estar associadas tanto ao não cumprimento de requisitos legais, mas também ao fato de gerar mais resíduos, por exemplo, do que necessário para fabricação de produtos e prestação de serviços, fazendo com que os estabelecimentos percam duas vezes, seja porque o processo não opera em conformidade com padrões aplicáveis ou com a eficiência esperada, seja pela necessidade de fortes investimentos em controles para minimizar os danos ambientais.

Percebe-se também a possibilidade de replicação de utilização da metodologia DMAIC-Seis Sigma no próprio Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e nos Sistemas de Gestão Integrados (SGI) uma vez que o conceito abordado se relaciona à utilização de normativas cujo cumprimento é qualificado através de um padrão de referência, onde a manutenção de uma cultura de melhoria continuada é um requerimento obrigatório. As próprias empresas que implantaram a metodologia Seis Sigma, com forte patrocínio das altas hierarquias organizacionais, puderam observar uma convergência para seus Sistemas de Gestão em todos os níveis, o que demonstra a credibilidade e o amadurecimento para a realização de projetos focados e sustentáveis.

Não obstante, é cada vez mais comum identificarmos na estrutura organizacional dos estabelecimentos industriais a integração das áreas de Meio Ambiente, Segurança e Excelência Operacional, com um número crescente de especialistas na abordagem multidisciplinar da metodologia DMAIC-Seis Sigma o que nos permite ter boas expectativas em relação aos resultados e de seus respectivos impactos na sociedade como um todo, indo ao encontro inclusive com o direito maior de um meio ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1988).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho possibilitou relacionar as ferramentas aplicáveis, contidas em cada fase da metodologia DMAIC- Seis Sigma, na gestão de resíduos sólidos provenientes das áreas produtivas de indústrias farmacêuticas, de forma a promover a melhoria contínua, bem como a adequação e manutenção dos requisitos legais envolvidos.

Adicionalmente, proporcionou o entendimento sobre a importância de ferramentas sistêmicas na melhoria contínua do gerenciamento como estratégia diferencial para o desenvolvimento sustentável e também potencializou a necessidade da excelência operacional dos processos produtivos, associada à utilização de indicadores de performance, que demonstrem contínuo crescimento do desempenho ambiental das organizações com estabelecimento de metas cada vez mais restritivas de forma a mitigar o impacto ambiental das atividades realizadas pelo respectivo segmento industrial alvo deste estudo.

*Agradecimentos: Declaro aqui minha profunda gratidão ao Coach Carlos Firmo da Silva Rover pelas oportunidades profissionais que direcionaram meus passos na a área de Meio Ambiente de forma íntegra e disciplinada com a aplicação de todos os conhecimentos adquiridos em Excelência Operacional e também à minha gestora de Compliance, Adelita Incagnoli de Gouveia, que propiciou o meu desenvolvimento técnico e pessoal numa das maiores indústrias farmacêuticas mundiais. Aos orientadores Erika Ribeiro Moidim e Mestre Nelson Bonetto também agradeço profundamente pela atenção e encorajamento em desafios que conciliassem minha vida acadêmica aos meus objetivos de cunho profissional.*

## 6 REFERÊNCIAS

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde.** Diário Oficial da União, Brasília DF, dez. 2004.

BRASIL, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002. **Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.** Diário Oficial da União, Brasília DF, nov. 2002.

BRASIL, Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL, Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Diário Oficial da União, Brasília DF, 03 ago. 2010.

CALIXTO, Jair; MORETTO, Lauro D. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Indústria Farmacêutica.** 18.ed. São Paulo: Sindusfarma, 2013.

CAMPOS, Marco Siqueira. **Em busca do padrão Seis Sigma.** Revista Exame. 1999. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/689/noticias/em-busca-do-padrao-seis-sigma-m0048915>>. Acesso em 17 jun. 2016.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em <<http://residuossolidos.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 17 jun. 2016.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em <[http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/processo\\_consulta.asp](http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/processo_consulta.asp)>. Acesso em 17 jun. 2016.

CHOWDHURY, Subir. **O Sabor da Qualidade: uma história sobre como criar uma cultura de excelência nas empresas.** 1.ed. Rio de Janeiro: Sextante, 2006.

FALCONI, Vicente. **Gerenciamento da Rotina do trabalho do dia-a-dia.** 6.ed. Rio de Janeiro: Editora Falconi, 2011.

NETO, Elias; ROCHA, Márcia Santos, **Política Nacional de Resíduos Sólidos: Princípios, Objetivos e a Educação Ambiental como um dos instrumentos.** 6.ed. São Paulo: Revista Acadêmica Faculdades Oswaldo Cruz, 2015.

RATH&STRONG. **Six Sigma Pocket Guide.** 1.ed. Massachusetts: AON Management Consulting, 2006.

SANCHÉZ, Luis Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos.** 2.ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

SILVA, Fernando Rodrigues. **Gestão de Resíduos Industriais: Introdução à gestão de resíduos,** São Paulo: VIA SAPIA, 2014.

WERKEMA, Cristina. **Criando a cultura Seis Sigma.** 3.ed. Minas Gerais: Werkema Editora Ltda., 2004.