São Paulo - Brazil - May - 22nd to 24th - 2013

4th Academic INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

''INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES''

Minimização de Resíduos em um Processo de Manutenção de Aeronaves: Abordagens Seis Sigma, Lean Manufacturing e Produção mais Limpa

FONTES, C. O.[a,b*], ALVES, J. F.[c], TEIXEIRA, C. E.[a,d]

a. Instituto de Pesquisas Tecnológicas(IPT), São Paulo

b. Estre, São Paulo

c. Ambientacy Engenharia e Gestão Ambiental, Belo Horizonte

d. Universidade Nove de Julho (UNINOVE), São Paulo

** Charles de Oliveira Fontes, fontescharles@yahoo.com.br*

Resumo

A manutenção de aeronaves envolve ações que visam avaliar e minimizar o desgaste de peças por meio da atuação preventiva (lubrificação e substituição de filtros, por exemplo) e também da atuação corretiva (substituição de peças), respeitando todos os requisitos de segurança, saúde ocupacional e meio ambiente. Durante os procedimentos de manutenção uma variedade de resíduos são gerados, tais como peças e diferentes insumos utilizados. Ressalta-se que muitos destes resíduos são perigosos, para os quais a possibilidade de minimização da geração é também, uma oportunidade de redução de custos de destinação. Este artigo apresenta um estudo de caso de uma empresa aérea brasileira em relação a identificação de oportunidades de minimização de resíduos na etapa de manutenção de aeronave, aplicando as abordagens lean manufacturing, seis sigma e produção mais limpa. Dentre as atividades desenvolvidas destacam-se o mapeamento do processo de manutenção e a identificação das fontes de resíduos do processo. Além disso, observa-se a integração dos três tipos de abordagens citados que deram suporte ao projeto garantindo a correta priorização das oportunidades identificadas. Observou-se que o emprego das três abordagens em conjunto possibilita uma maior oportunidade de ganho a empresa, visto que todas possibilidades potenciais dentro de um processo foram endereçadas. Os resíduos utilizados como insumos dentro do processo de manutenção tais como filtros, produtos químicos, tintas, panos, equipamentos de proteção individual, entre outros, representam um grande potencial de redução com baixo esforço e atendendo a regulamentação do setor. Os resultados demonstraram que por meio da integração dessas abordagens é possível obter ganhos de 10% a 15% na redução da geração de resíduos sólidos e na redução da periculosidade dos mesmos em caso da geração não evitada. Para o mercado em questão, inúmeras outras oportununidades de redução da geração de resíduos podem ser endereçadas por meio dos três métodos de abordagem, inclusive sugere-se o benchmarking em empresas de outros setores com processos mais maduros em termos de controle de perdas e qualidade.

Palavras-chave: *manutenção; resíduos; aeronaves; melhoria contínua; produção mais limpa.*

1. Introdução

O mercado mundial de aviação vem crescendo em uma taxa anual superior a 4%, contribuindo para o aumento dos impactos ambientais seja na geração de ruídos e emissão de gases como na geração de resíduos sólidos em todo ciclo de vida da aeronave. Iniciativas para de tecnologias mais limpas estão sendo desenvolvidas por empresas aéreas, porém, com um maior foco na redução do consumo de combustíveis que é fator predominante e tem maior impacto nos custos da empresa. Inciativas específicasem alguns mercados ouórgãosregulamentadores, tratam também a problemática da geração de resíduos sólidos, seja com foco na correta disposição dos resíduos provenientes de aeronaves, ou da minimização do aspecto ambiental na operação aeroportuária(ICAO, 2010).

Lee et al. (2008) cita que uma aeronave tem emmédia um ciclo de vida de aproximadamente 30 anos. Os autores, aplicando o conceito de *product life cicle management*(PLM), identificaram oportunidades paraaumentar a eficiência dos procedimentos de manutenção, reparo einspeçãona etapa de manutenção de aeronoves, que tem impacto na vida útil das aeronaves.

A etapa de manutenção envolve ações que visam minimizar o desgaste de peças por meio da atuação preventiva (lubrificação, substituição de filtros, entre outros) e também da atuação corretiva (substituição da peça), respeitando todos os requisitos de segurança. Segundo Kinnison (2004)manutenção é o processo de assegurarque um sistemacontinuamenteexecutauma função pretendida, conforme projetado, emnível de confiabilidade esegurança. Destacam-se dois tipos de manutenção: não programada e programada.A manutenção não programada ocorre durante a quebra ou mau funcionamento do equipamento normalmente ocasionando custos e impactos maiores. A manutenção programada consiste em uma bateria de testes e substituição de peças em acordo com o número de horas de voo do equipamento, apresentando um menor custo e melhor utilização de materiais.

Durante este processo que varia de acordo com o modelo de aeronave e escopo da manutenção, são gerados diferentes tipos de resíduos, entre perigosos e não perigosos. Dentre os resíduos gerados na etapa de manutenção de aeronaves da empresa aérea em estudo, destacam-se: óleos, panoscontaminados, sobras de tinta, partes metálicas, equipamentos de segurança, lixas entre outros (Nardi e Fofonka, 2011).As empresas aéreas geram resíduos sólidos que devem ser destinados e dispostos de forma ambientalmente correta e devem possuir Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), conforme Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010)desta forma, a busca constante de alternativas que visem à minimização de resíduos deve fazer parte da estratégia ambiental deste tipo de empresa.

O presente trabalho se justifica na oportunidade de identificar e propor ações que visamminimizar a geração de resíduos, durante o processo de manutenção de uma aeronave. Na empresa objeto de estudo, várias ações para um correto gerenciamento de resíduos já foram implantadas, mas uma ação voltada a minimizar as quantidades geradas foi identificada como uma importante oportunidade de melhoria.Para tanto, foi realizado uma avaliação detalhada do processo tendo como método de trabalho a implantação da produção mais limpa em conjunto com as metodologias *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*, além do benchmarking de boas práticas de manufatura com empresas de outros setores.

2. Procedimento Metodológico

Este trabalho foi desenvolvido em uma companhia aérea brasileira.A empresa possui um hangar de manutenção que atende aproximadamente 120 aeronaves por ano. Neste hangar são desenvolvidas atividades de manutenção preventiva e corretiva buscando o máximo aproveitamento da aeronave em uso, minimizando o tempo de permanência em solo. Desta forma, a manutenção preventiva também pode ser realizada em etapas (fases) e não necessariamente por completo.

O levantamento de dados referente à geração de resíduos envolvidos nos procedimentos de manutenção foi de 2007 a 2011. Em 2007, foi feito o diagnóstico em relação aos resíduos sólidos, avaliando os tipos de resíduos gerados, o processo de geração (na fonte geradora), pesagem e elaboraçãodo primeiro inventário de resíduos sólidos, sendo estes separados por classe (conforme ABNT NBR 10.004) e tipo de resíduo. Foram feitas análises físico-químicas dos resíduos gerados em maior quantidade, para fins de classificação e avaliação de possíveis formas de tratamentos. Em seguida, foi feito um trabalho para melhoria da coleta seletiva, incluindo todos os resíduos gerados (classes I, IIA e IIB) e busca contínua por melhores tecnologias, ações e empresas para destinação e disposição final ambientalmente correta destes resíduos, de forma a valorizá-los (reciclagem, reaproveitamento, reprocessamento, co-processamento em fornos de cimento e/ou uso como matéria-prima em outros processos produtivos). Este trabalho foi contínuo de 2007 a 2011, sendo feito o inventário anual destes resíduos. O inventário era feito a partir dos dados diários e mensais de pesagem de cada tipo de resíduo (em balança calibrada), registrados nos Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR). Os dados eram registrados em planilhas de controle da área ambiental da empresae também enviados para o órgão ambiental, conforme legislação federal e estadual. O gerenciamento de resíduos implantado foi feito com base nos 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) e foi dada a destinação e disposição final adequada priorizando métodos de recuperação dos resíduos (reparar, reutilizar, reprocessar, co-processar, recuperação de energia e reciclagem do material) e minimização dos resíduos (rejeitos) para envio para eliminação (incineração e aterro).

Para continuidade dos resultados positivos do gerenciamento de resíduos, identificou-se a necessidadede ações para redução de quantidade de resíduos, ou seja, minimização, uma vez que a separação nafonte e busca por melhores tecnologias de destinação/disposição final dos resíduos já estavam implantadas e em contínua avaliação.

Desta forma, a partir dos dados existentes, foi feita avaliação para melhoria contínua e os métodos*six sigma*, *lean manufacturing* e do programa de produção mais limpa do CNTL foram utilizadas para identificar, classificar e estabelecer prioridades e oportunidades de minimização de resíduos.

O *Six Sigma* visa por meio de ferramentas da qualidade, reduzir as variações dos processos e desta forma minimizar a geração de falhas e defeitos. O *lean manufacturing* por sua vez, procurar focar na eliminação dos sete tipos de perdas mais comuns nos processos, e que geram custos a empresa. A unificação desses métodos com a produção mais limpa foi empregado visando minimizar a geração dos resíduos na fonte. A Fig 1apresenta a sequência de implantação do projeto.

Fig. 1. Principais etapas do procedimento metodológico

Após a definição do escopo do trabalho, formou-se ao menos uma equipe para cada etapa envolvida no processo e após omapeamento detalhado dessas etapas, foi realizado um *brainstorming* visando identificar as causas potenciais de geração de resíduos sólidos. O exercício do *brainstorming* sinalizou que várias fontes potenciais de geração de resíduos eram comuns em grande parte dos processos, desta forma, priorizaram-se estes pontos visando uma maior projeção de redução da geração. Outras ferramentas como FMEA*(Failure Mode Effect Analysis), FEPSC (Análise dos Fornecedores, Entradas, Processo, Saídas e Clientes)*e JIDOKA foram adotadas parcialmente no estudo.

Na sequência utilizou-se a ferramenta de priorização que deu suporte as equipes para estabelecer um plano de ação visando à eliminação das principais causas raizda geração de resíduos sólidos. A ferramenta proposta privilegiou identificar os problemas ofensores aos métodos abordados no estudo e garantiu uma correta priorização das oportunidades identificadas.

Para a priorização das atividades de maior impacto estabeleceu-se uma proposta de integração entre os métodos *Six sigma (SS)*, *Lean Manufacturing*(Lean) e Produção mais limpa (P+L) de forma que sejam priorizadas as oportunidades com maior impacto considerando-se os seguintes critérios: nível do impacto das sete perdas do *lean manufactuting*, esforço e impacto para implantação da ação*(Six Sigma)* e nível 1 da produção mais limpa, conforme quadro 1.

A priorização de quais resíduos deveriam ser tratados inicialmente e que poderiam trazer um beneficio imediato à empresa partiu da principio da elaboração de um índice de priorização (IP) com pesos iguais para cada método: 1SS+ 1Lean + 1P+L.

Quadro 1 – Critérios de pontuação para priorização das oportunidades de minimização. a) Lean manufacturing b) Seis sigma c) Produção Mais Limpa

Lean manufacturing	Pontuação
Impacta 1 entre as sete perdas do lean manufacturing	1
Impacta 2 entre as sete perdas do lean manufacturing	2
Impacta 3 entre as sete perdas do lean manufacturing	3
Impacta 4 entre as sete perdas do lean manufacturing	4
Impacta 5 entre as sete perdas do lean manufacturing	5
Impacta 6 entre as sete perdas do lean manufacturing.	6
Impacta 7 entre as sete perdas do lean manufacturing	7

a)

Priorização six sigma	Pontuação
Esforço alto / impacto baixo	1
Esforço alto / impacto alto	2
Esforço baixo / impacto baixo	3
Esforço baixo / impacto alto	4

b)

Produção mais limpa	Pontuação
Nível 1	3
Nível 2	2
Nível 3	1

c)

3. Resultados e Discussões

As Fig.2, 3 e 4 apresentam as principais etapas identificadas no processo de manutenção realizado no angar de aeronaves estudado, bem como as respectivas entradas e as saídas de resíduos. Convém ressaltar, que não necessariamente todas estas etapas são realizadas e na sequência apresentadas, visto que, tem-se um modelo de manutenção "em fases" e de periodicidades e tempos diferentes, dependendo do tipo de aeronave e do procedimento requerido. Contudo, as entradas e saídas desta etapas, mantém uma certa uniformidade "qualitativa" devido aos requerimentos técnicos, de qualidade e de segurança a serem atendidos. Kinisson (2004) apresentou uma comparação entre os requerimentos de qualidade da série ISO 9000 e aqueles requeridos na manutenção de aeronaves e vários deles são considerados e devem ser atendidos, tais como: responsabilidade gerencial, sistema de qualidade documentado, processos de controle implementados, controle documental, controle de compra, rastreabilidade de produtos, inspeção e testes, controle de produtos em não-conformidade, entre outros.

As fontes de resíduos nas diferentes etapas são aquelas associadas a procedimentos de limpeza, de diferentes estruturas, de reparos de sistemas com susbstituição de peças, estofamento, troca de óleo, entre outros. Para estas atividades materiais como equipamentos de proteção individual (EPI), panos, produtos químico diversos, mantas absorventes, pilhas e baterias, entram e saem das etapas do processo de manutenção na forma de resíduo. Algumas peças precisam ser substituídas ou reformadas como é o caso dos estofamentos, gerando resíduos como capas e espumas de poltronas.

A Tabela 1 apresenta os resultados do ano de 2011 referentes à quantificação, classificação e destinação dos diferentes resíduos, indicando as oportunidades de mitigação da geração de resíduos na empresa.

Tabela 1 – Classificação e destinação dos resíduos gerados no processo de manutenção.

Etapa do Processo	Tipo de Resíduo	Classificação NBR 10004	Quantidade destinada (anual)	Tratamento / Destinação
Estoque / Almoxarifado e Oficinas	Produtos Químicos Vencidos e Scraps	Classe I	10.780 kg	Incineração / Co-processamento
Setor de Pintura	Tintas e Solventes Vencidos	Classe I	2.334 kg	Reprocessamento / uso como matéria prima na indústria
Todas as áreas	Diversos Contaminados	Classe I	136.760 kg	Co-processamento
Trocas e reposição de óleo – carros de apoio e aeronaves	Óleo Usado	Classe I	5.030 kg	Reprocessamento / rerrefino
Destanqueio de aeronaves para manutenção	Querosene Usado	Classe I	16.960 kg	Reprocessamento / uso como matéria prima na indústria
Troca de carpetes e lonas usadas para proteção de partes	Lonas e Carpetes	Classe IIA	1.440 kg	Reciclagem
Troca de capas e espumas	Capas e Espumas de Poltrona	Classe IIA	1.693 kg	Reciclagem
Troca de peças metálicas, oficina de usinagem	Sucata Metálica	Classe IIA	32.632 kg	Reciclagem
Troca de peças	Geradores de Oxigênio	Classe I	278 kg	Aterro Industrial
Troca de peças - uso predial e aeronaves	Pilhas e Baterias	Classe I	2.796 kg	Reciclagem Especial
Troca de lâmpadas de uso predial e aeronaves	Lâmpadas Fluorescentes	Classe I	1.716 unidades	Reciclagem Especial

Fonte: Alves (2011), modificado.

Como principais resultados obtidos com o correto gerenciamento dos resíduos (Tabela 1) destaca-se a melhoria da forma de destinação e disposição final, o aproveitamento dos resíduos como matéria-prima em outros processos (redução de extração/consumo de recursos naturais) e a redução de custos acima de 60% de 2007 a 2011. Em 2007, 100% dos resíduos sólidos industriais gerados na manutenção de aeronaves eram incinerados e em 2011 esse percentual reduziu para 1,2% de resíduos incinerados e ainda 0,6% dos rejeitos (resíduos sem valor econômico) foram dispostos em aterro industrial. Em contrapartida, em 2011, 98,2% dos resíduos sólidos industriais foram enviados para co-processamento em fornos, reciclagem, reaproveitamento, reprocessamento e/ou uso como matéria-prima em indústrias (Alves, 2011).

Por meio da aplicação dos conceitos e métodos de trabalho do *Six Sigma* e *Lean Manufacturing* durante o projeto, foi possível identificar as principais contribuições dessas metodologias no processo de implantação da produção mais limpa, conforme as Tabelas 2 e 3, e também mensurar o potencial de redução da geração de resíduos com a implantação das ações estabelecidas.

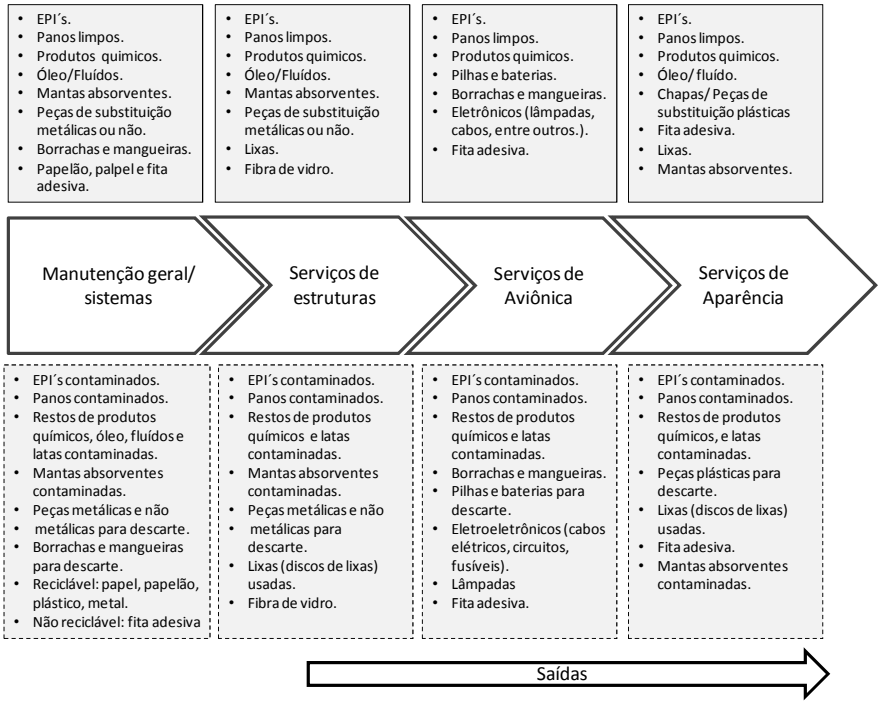

Fig. 2. Etapasde manutenção geral, serviços de estruturas, aviônica e de aparência e suas entradas e saídas.

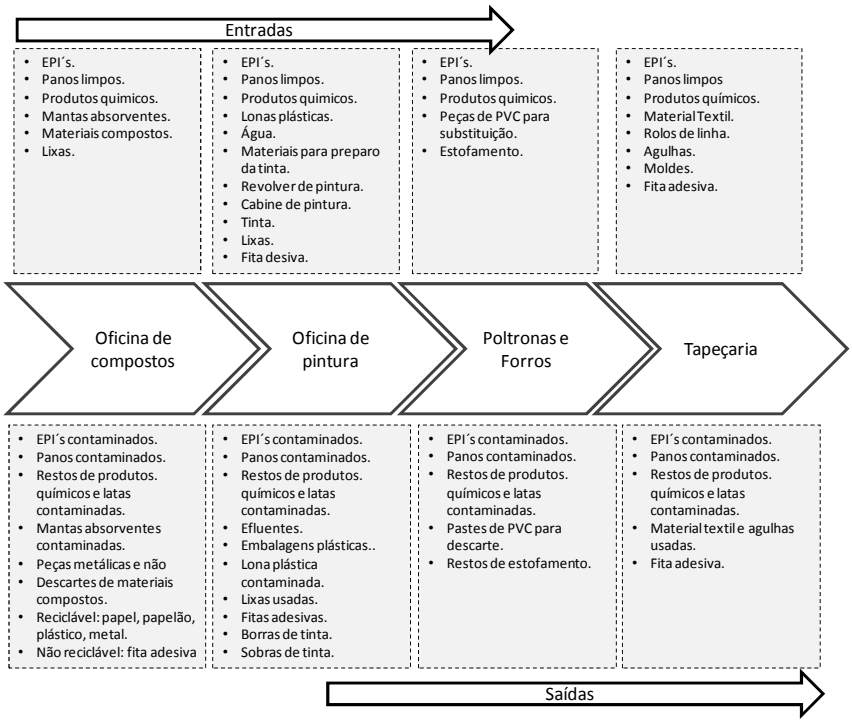

Fig. 3. Etapasde manutenção de compostos, pintura, poltronas, forros e tapeçariaem geral, serviços de estruturas, aviônica e de aparência e suas entradas e saídas.

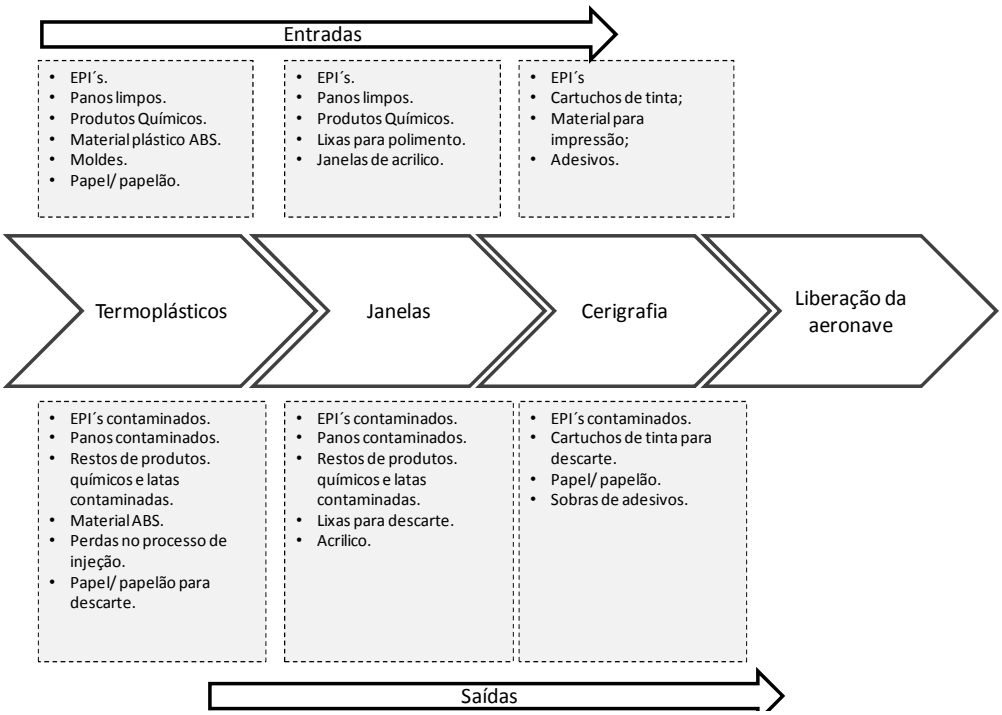

Fig. 4. Etapas e identificação de entradas e saídas do processo de manutenção de aeronaves.

Tabela 2 – Integração das metodologias*Six Sigma* e Produção Mais Limpa

Etapa	Ferramentas	Resultados potenciais
Definição	Voz do cliente, Pareto, gráficos de tendência.	Priorização dos resíduos ou processos com maior descarte para avaliação.
Medição	Pareto, Mapa do processo, Espinha de Peixe, Carta de Controle, Brainstorming.	Identificação dos resíduos/processos com maior impacto ambiental para priorização.
Análise	Carta de Controle, Matriz de esforço impacto, DOE, Teste de hipóteses.	Identificação das causas raiz dos principais descartes dos processos.
Melhoria	5W 2H, Eventos Kaizen.	Implantar as melhorias identificadas na fase de análise visando a redução da geração de resíduos.
Controle	Carta de Controle, Pareto, gráficos de tendência.	Acompanhamento e manutenção do novo patamar de geração de resíduos no processo.

Tabela 3 – Integração das metodologias*Lean Manufacturing* e Produção Mais Limpa

Tipos de Perdas	Integração com a produção mais limpa
Excesso de Inventário	Redução da geração de resíduos por vencimento de produtos. Minimização da geração de resíduos na fonte.
Produzir acima das necessidades	Redução da geração de resíduos por vencimento de produtos. Minimização da utilização de matérias - prima.
Transporte desnecessário de materiais	Redução do consumo de energia elétrica/ combústiveis etc. Redução da emissão de poluentes. Minimização da geração de resíduos na fonte.
Espera desnecessária de pessoas e materiais	Minimização do risco de geração de resíduos por vencimento ou incorreta disposição dos materiais.
Movimentação desnecessária de pessoas	Redução no consumo de combústiveis e energia.
Processamentos desnecessários	Minimização da geração de resíduos. Redução do consumo de energia elétrica/ combustíveis etc.
Defeitos/ Retrabalho	Minimização da geração e descarte de resíduos devido à má qualidade do produto. Redução do consumo de matéria prima. Eliminação da geração de resíduo na fonte.

A Tabela 4 apresenta a priorização de oportunidades (pontuação maior) identificadas quando da integração das pontuações obtidas na aplicação das três abordagens.

Tabela 4. Priorização de oportunidades de minimização de resíduos

Resíduo	Six Sigma	Lean Manufacturing	P+L	Total de Pontos
Embalagens plásticas	4	3	3	36
EPI´s contaminados	4	3	3	36
Lixas (discos de lixas) usadas	4	3	3	36
Restos de produtos. químicos,óleo, fluídos e latas contaminadas	4	3	3	36
Borra de tinta	3	3	3	27
Cartuchos de tinta para descarte	4	2	3	24
Panos contaminados	4	2	3	24
Papel/ papelão	4	2	3	24
Peças metálicas e não metálicas	2	4	3	24
Eletroeletrônicos (cabos elétricos, circuitos, fusíveis)	2	3	3	18
Pilhas e baterias para descarte	2	3	3	18
Borrachas e mangueiras	2	2	3	12
Lona plástica contaminada	2	2	3	12
Mantas absorventes contaminadas	2	2	3	12
Pastes de PVC para descarte	2	2	3	12
Restos de estofamento (espumas de poltronas)	1	5	2	10
Perdas no processo de injeção	1	3	3	9
Agulhas usadas	1	3	3	9
Partes de materiais compostos (fibra de vidro, fibra de carbono)	1	4	2	8
Resíduos da Estação de Tratamento de Efluentes Industriais (lodos, borras de óleo, sólidos do gradeamento e caixa de retenção)	2	2	2	8
Material textil (capa de poltronas)	1	4	2	8
Fita adesiva	1	2	3	6
Material ABS	1	3	2	6
Fibra de vidro	1	2	3	6
Sobras de adesivos	1	2	3	6

Destaforma,conforme Tabela 5, estabeleceu-se um plano de ação em acordo com as regulamentações existentes, de forma a garantir a mitigação da geração dos resíduos na fonte,atendendo para cada proposta os critérios da produção mais limpa. O plano de ação estabelecido focou nos itens que na pontuação total representam 80% das oportunidades de melhorias e também nos itens que não apresentavam restrições das agências reguladoras do setor.

Tab.5 – Matriz de esforço impacto para priorização do plano de ação.

Item	Oportunidade	Plano de Ação
Borra de tinta	Falta de padrão no ajuste da quantidade de tinta durante a preparação (processo manual).	Padronizar os vasilhames para cada grupo de tamanhos de peças a serem pintadas.
	Alto descarte de tinta a base d´ agua.	Estabelecer procedimento de armazenagem e de reproveitamento da tinta a base d´agua.
	Alta frequência de descarte de tinta a base de solvente.	Alteração do procedimento reduzindo a frequência de descarte da tinta.
	Revolver de pintura com alto volume de descarte de tinta.	Substituição do revolver de caneca por revolver de gravidade.
Produtos descartados por vencimento.	Descarte de materiais por vencimento.	Reavaliar o lote mínimo de reposição de estoque em acordo com o consumo real. Renegociar quantidades para lotes mínimos junto ao fornecedor. Implantar controle KANBAN visando evitar o risco da falta dos materiais. Avaliar tipos e quantidades de selantes realmente necessários; minimizar a compra de vários tipos de selantes.
Embalagens plásticas.	Descarte de embalagens plásticas após a utilização dos produtos.	Negociar com fornecedores a implantação de logística reversa para embalagens conforme PNRS (produtos nacionais), minimizando o descarte de embalagens. Avaliar compra de embalagens em quantidades de real uso.
EPI´s contaminados.	Alto volume de descarte de máscaras.	Substituição do modelo atual (descartável) por outro que pode ser reutilizado e que tenha mais resistência.
	Utilização de luvas descartáveis.	Substituição do modelo atual por outro de maior durabilidade.
	Descarte de roupa Tyvec com pouca utilização.	Estabelecer procedimento para utilização e descarte do macação tyvec.
Falha de controle na utilização de itens.	Descarte de produtos por falta de controle e ou má utilização.	Implantar área para estoque e produtos/soluções em uso. Implantar controle de utilização de produtos por área.
Falta de restreabilidade de materiais.	Descarte de materiais por perda de documentos de rastreabilidade	Negociar e exigir dos fornecedores o envio de documentação completa, em meio físico e digital, necessária para o uso do produto conforme regulamentação do setor.
Lixas (discos de lixas) usadas.	Descarte de lixas devido a problemas e falhas na lixadeira.	Estabelecer planos de manutenção preventiva para lixadeiras. Substituição da lixadeira por modelo de melhor tecnologia.
Panos contaminados.	Descarte de panos para a limpeza durante o processo.	Substituição do pano atual por outro lavável ou fino (tipo perflex).
Papel/ papelão.	Utilização de papel/papelão nos procedimentos de pintura da aeronave.	Substituir por plástico ou outro tipo de material reutilizável.
Peças metálicas e não metálicas.	Alto volume de descarte de partes metálicas.	Negociar com fornecedores a alteração do acordo de compra de partes de aluminio (volume e dimensões).
Restos de produtos químicos, óleo, fluídos e latas contaminadas.	Falta de padrão no preparo de produtos e soluções geram descarte.	Centalizar o preparo de soluções em área única e especializada.
	Alto volume de descarte de Thinner para limpeza das peças.	Substituição do processo atual por banho com produto quimico, quando possível tecnicamente, minimizando o gasto de Thinner e utilização de panos.

4. Conclusões

Com o aumento da demanda no mercado de aviação e consequente incremento da emissão de poluentes e geração de resíduos faz-se necessário desenvolver e implantar iniciativas que visam a minimização da geração desses poluentes.

A integração dos três métodos (six sigma, lean manufacturing e produção mais limpa) aplicada a um processo pode trazer benefícios tanto na identificação dos aspectos ambientais e na priorização das atividades como na identificação das melhores alternativas para minimização da geração de resíduos na fonte.

Os ganhos obtidos no emprego desses métodos em um processo de manutenção de aeronaves podem chegar até 15% por meio da alteração e padronização de procedimentos e na mitigação dos insumos que fazem parte de processo como óleos, lubrificantes, tintas, panos, equipamentos de proteção individual etc.

Existe grande oportunidade no setor de realizar benchmarking com outros setores do mercado que possuem maior experiência as boas práticas de manufatura.

5. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 10.004. Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

EVANOFF, S. 1990.Hazardous waste reduction in the aerospace industry. United States: U.s. department of energy, 14 p.

ALVES, J. F. Relatório de geração de resíduos no processo de manutenção de aeronaves. Belo Horizonte, 2011.

INTERNATIONAL CIVIL ASSOCIATION ORGANIZATION (ICAO). Environmental report 2010. Disponível em: <www.icao.int>. Acesso em: 23 dez. 2011

Kinnison, H.A., 2004. Aviation Maintenance Management. The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.

Lee, S.G., Ma, Y.-S, Thimm, G.L., Verstraeten, J., 2008. Product lifecycle management in aviation maintenance, repair and overhaul. Computers in Industry. 59, 296-303.

NARDI, A. B.; FOFANKA, L., 2011Monitoramento de aspectos ambientais em uma companhia aérea no aeroporto internacional Salgado Filho. Educação Ambiental em Ação, Porto Alegre, n. 38. Disponível em: http://www.revistaea.org>. Acesso em: 11 fev. 2013.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI). Implementação de programas de produção mais limpa. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologia Limpa, 2003. 44 p.

Agradecimentos: Os autores agradecem a Companhia Aérea Gol, ao CNPq, ao IPT e ao Fundo de Apoio a Pesquisa da Uninove.