



VII SINGEP

Simposio Internacional de Gest3o de Projetos, Inova3o e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317-8302

**A PROMO3O DA GEST3O AMBIENTAL EM UM HEMOCENTRO
P3BLICO COM O AUX3LIO DA FERRAMENTA HEALTH FAILURE
MODE AND EFFECTS ANALYSIS - HFMEA**

KALILA CALIL BARRETO COUTO

UFBA - Universidade Federal da Bahia

ASHER KIPERSTOK

UFBA - Universidade Federal da Bahia

KARLA PATRICIA SANTOS OLIVEIRA RODRIGUEZ ESQUERRE

UFBA - Universidade Federal da Bahia



A PROMOÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL EM UM HEMOCENTRO PÚBLICO COM O AUXÍLIO DA FERRAMENTA *HEALTH FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS – HFMEA*

Resumo

A busca de uma gestão ambiental mais ativa no sistema de saúde trouxe a necessidade do estudo das perdas nas atividades desenvolvidas pelos hemocentros públicos brasileiros. Sendo assim, este artigo propõe a identificação e hierarquização das causas de perdas de bolsas de sangue e hemocomponentes em um Hemocentro Público Brasileiro por meio da aplicação da ferramenta *Health Failure Mode and Effects Analysis* (HFMEA). Esta ferramenta foi utilizada para análise e determinação da priorização das ações para as causas de perdas de bolsas como forma de suporte da gestão ambiental no Hemocentro em estudo. A partir da aplicação da técnica foram identificados sete (07) modos de falhas prioritários que ocasionam em impacto ambiental, de saúde e segurança e aos custos do Hemocentro. Dessa forma, concluiu-se que é possível inserir a gestão ambiental no setor ao realizar a aplicação da ferramenta e determinar prioridades para redução de risco, redução de impacto ambiental e ainda benefícios financeiros.

Palavras-chave: Gestão Ambiental, Gestão em Hemocentro, *Health Failure Mode and Effects Analysis* (HFMEA), Bolsa de Sangue, Hemocomponentes.

Abstract

The need for a more active environmental management in the health system has brought the need to study the waste in the activities developed by the Brazilian public blood banks. Thus, this article proposed the identification and hierarchization of the causes of waste of blood bags and blood components in a Brazilian Public Blood Center with the aid of the *Health Failure Mode and Effects Analysis* (HFMEA) tool. This tool was used for analysis and determination of the prioritization of actions for the causes of bag losses as a way of supporting environmental management in the Hemocentro under study. From the application of the technique were identified seven (07) priority failure modes that cause in environmental impact, health and safety and the costs of the Blood Center. In this way, it was concluded that it is possible to insert the environmental management in the sector when applying the tool and determine priorities for risk reduction, reduction of environmental impact and financial benefits.

Keywords: Environmental Management, Blood Center Management, *Health Failure Mode and Effects Analysis* (HFMEA), Blood Bag, Blood components.



1 Introdução

A busca de um sistema de gestão ambiental eficiente em Hemocentros Públicos no Brasil, principalmente no controle do estoque dos bancos de sangue tem sido um esforço da Coordenação Geral de Sangue e Hemoderivados/Ministério da Saúde (CGSH/MS) por meio de programas de qualificação profissional ou estrutural.

Embora exista sistema seguro e com qualidade dos critérios de rastreabilidade de bolsas, doadores e pacientes, ainda há pouca análise estatística dos registros dos bancos de dados destes sistemas, principalmente associado às perdas. Sendo assim, não há um modelo de detecção e priorização das falhas e identificação de causas raízes das perdas de bolsas de sangue e hemocomponentes.

O setor hemoterápico sofre com a perda de informação, com a falta de investimento estrutural, a descontinuidade de funcionários no setor e principalmente a visão desconectada do planejamento do sistema de sangue e o planejamento da saúde pública.

A literatura internacional também não associa sistemas de priorização do tratamento de falhas ou perdas no processo com a visão da gestão ambiental, sendo que existe um grande esforço em termos da segurança do paciente e qualidade das bolsas. Assim, houve a necessidade da discussão de metodologia adaptada da qualidade total que tem objetivos baseados em critérios específicos de sustentabilidade.

A nível de conhecimento, em um hemocentro, é coletado de um doador a Bolsa de Sangue Total, que posteriormente passa por processos de fracionamentos por meio de centrifugações para que aconteça a produção de bolsas com hemocomponentes, sendo os mais comuns Concentrado de Hemácia, Plasma Fresco Congelado e o Concentrado de Plaqueta. Entretanto, muitas dessas bolsas são descartadas por diversos fatores.

As causas de perdas de bolsas de sangue e hemocomponentes se norteiam por diversos motivos como a exemplo da falta de manutenção dos equipamentos utilizados para processamento das bolsas, na seleção dos doadores, em erros no processo da produção de hemocomponentes, no armazenamento das bolsas, dentre outros fatores.

Sendo assim, após identificação da necessidade de uma gestão ambiental mais ativa no sistema de saúde, especificamente em hemocentros, foi realizada a análise de causa e efeito de perdas significativas nas atividades desenvolvidas pelos hemocentros públicos brasileiros, integrando elementos da gestão ambiental, financeira e técnica dessas instituições.

A identificação de causas determinantes de perdas envolve a análise de falhas e riscos associados à produção de hemocomponentes. Neste contexto, já há nos Estados Unidos da América (EUA) a padronização de mais de 150 hospitais *Veterans Affairs* por meio da técnica *Health Failure Mode and Effects Analysis* (HFMEA) (DeRosier, Stalhandske, Bagian & Nudell, 2002) aplicada no levantamento dos modos de falha de forma detalhada.

Com a proposta de reduções de impactos ambientais no setor da saúde, espera-se que em uma ou mais etapas da estruturação do sistema de avaliação de desempenho sejam considerados os aspectos da gestão ambiental.

Conscientes da possibilidade de adoção de valores ambientais na gestão, este artigo propõe a integração de aspectos ambientais para os sistemas de avaliação da eficiência dos processos internos de um hemocentro como estudo de caso. O que se coloca como oportunidade ao sistema proposto é a inclusão de critérios ambientais e visão de gestão integrada de processos para ampliar o conceito de desempenho da instituição.

Dessa forma, o objetivo do artigo é identificar e hierarquizar as causas de perdas de bolsas de sangue e hemocomponentes em um Hemocentro Público Brasileiro com a aplicação da ferramenta HFMEA utilizada para gestão de risco. Ressalta-se que foi proposta modificações para a ferramenta HFMEA capazes de incluir e operacionalizar critérios de qualidade, segurança, ambiental e de custo.



2 Referencial Teórico

O conceito da realização das atividades sob os aspectos da inclusão da gestão de Meio Ambiente em forma conjunta com outras áreas vem conseguindo adeptos principalmente em grandes instituições que buscam realizar suas atividades cada vez mais de forma eficiente e com redução de impactos ambientais e custos, entretanto no setor de saúde ainda há uma resistência e carência de estudos dessa forma de gestão.

Os hemocentros tem o foco de suas atividades desenvolvidas para o atendimento da população em relação à demanda por sangue (Surdi, Mota & Cardoso, 2014), então possuem uma tendência a desconsiderarem outros aspectos, inclusive os impactos ambientais das suas atividades.

Uma das questões abordadas por Rocha, Sampaio e Cardoso (2014) em seu artigo, relaciona-se aos critérios adotados no controle de qualidade impostos pela legislação, os quais, motivam a perda de bolsas de sangue e hemocomponentes que não se encontram em conformidade com os parâmetros exigidos, aumentando assim, o descarte de resíduos biológicos para tratamentos de alto impacto ambiental e econômico.

Rocha et al. (2014) ainda expõem que devido à falta de conhecimento dos impactos ambientais provenientes das atividades que são realizadas nos hemocentros acontece o descarte de bolsas de hemocomponentes sem análise de outras alternativas quando não aprovadas para transfusão.

Zeng, Tam e Tam (2010) acreditam, que na prática, quando a gestão da área de qualidade, meio-ambiente, saúde e segurança são realizadas de forma independente é difícil mantê-los em consonância com as estratégias da instituição. Os autores ainda ressaltam a importância da gestão em conjunto para redução do nível de risco em uma instituição ao avaliar-se medidas de prevenção.

De acordo com Fischer (2014), o sistema de saúde vem passando por grandes desafios e tem a gestão pautada na sustentabilidade como a solução primordial para alavancar o setor e torná-la eficiente para as próximas gerações. Dessa forma, acredita-se que iniciativas pautadas nas medidas preventivas são mais eficazes que mudanças corretivas que acontecem após os procedimentos já realizados (McGain & Naylor, 2014).

A aplicação da gestão ambiental para a área da saúde é essencial para se alcançar um equilíbrio na manutenção da segurança dos processos realizados. Vaughen, Downes, Fox e Belonger (2015) acreditam que o desempenho de uma instituição pode ser melhorado utilizando métricas para segurança dos processos dentro de uma gestão pautada na Qualidade, Saúde, Segurança e Meio Ambiente.

Para Siedschlag (2014), ainda deve-se utilizar a gestão de risco como forma de aplicar o estudo da viabilidade de mudanças de processos que promovem alto impacto ambiental dentro dos Hemocentros considerando a saúde pública. Dessa forma, com o intuito de incluir a gestão ambiental para as atividades de saúde, foi utilizado neste estudo a ferramenta *Health Failure Mode and Effects Analysis* (HFMEA) de gestão de risco que é usada como suporte para as tomadas de decisões em instituições.

A ferramenta HFMEA é utilizada usualmente para avaliação da saúde e segurança ocupacional ou dos pacientes e qualidade dos serviços, entretanto alguns autores, já enxergavam a necessidade da avaliação também dos impactos ambientais no setor.

Andrade e Turrioni (2000), afirmam que a ferramenta HFMEA é eficiente para aplicação na análise de riscos ambientais, já que possibilita a determinação de falhas que causam perdas ambientais. Já de Freitas, Platt, Santos, Radaelli e Campani (2013) testaram a aplicação da ferramenta para a gestão ambiental no Departamento de atenção à Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pela qual foram evidenciadas as



mudanças que deveriam ocorrer para eliminar ou reduzir os impactos ambientais causadas pelas atividades da instituição.

Com a utilização do HFMEA é possível realizar a previsão das falhas mais significativas, minimizar ou eliminar as consequências delas e maximizar a qualidade e confiabilidade dos processos da instituição (Andrade & Turrioni, 2000). A ferramenta tem como funções essenciais a listagem dos modos de falha dos produtos, serviços ou processos e a classificação das ações de melhorias para as falhas mais significativas (Reid, 2005).

Wetterneck, Skibinski, Schroeder, Roberts e Carayon (2004) afirmam que o HFMEA objetiva a prevenção de falhas dos equipamentos para melhorias nos cuidados aos pacientes de alto risco e além disso é capaz de identificar problemas de risco ocupacional. Barcelos, Peres, Pereira, Chavasco e Freitas (2011) e Habraken, Van der Schaaf, Leistikow e Reijnders-Thijssen (2009) também destacam que o uso do HFMEA na gestão de riscos em serviços hospitalares já é disseminado com foco na segurança do processo e pacientes. Entretanto, as análises não consideram os aspectos ambientais.

Estudos como o de Monteiro e Valente (2007) e Neves (2007) aplicam o HFMEA ao analisarem a severidade de acordo com o dano ao paciente causado pelas falhas dos procedimentos em estudo. Acredita-se que essa ferramenta tem um elevado potencial e aderência para as organizações da saúde, dando o suporte para a resolução de problemas na gestão de risco, qualidade e eficiência dos processos (Monteiro & Valente, 2007).

No Brasil, as aplicações da ferramenta HFMEA são recentes e também com resultados satisfatórios, como em estudo realizado por Sousa (2014), no Setor de expurgo do Centro de Material e Esterilização do Hospital das Clínicas de Campinas (Unicamp), no qual constatou que a ferramenta permitiu diagnosticar os pontos críticos e propor soluções de melhorias possíveis de serem incorporadas ao se adequarem as rotinas mais seguras na realização das atividades deste setor.

A ferramenta de análise de risco HFMEA foca em processos e envolvem o cálculo do número de prioridade de risco resultante da pontuação atribuída a três variáveis (DeRosier *et al.*, 2002), representada pela Severidade, Ocorrência e Detectibilidade de uma falha.

No HFMEA, uma equipe multidisciplinar descreve os processos selecionados relacionados aos cuidados com a saúde, identifica os modos de falhas e analisa a severidade, frequência (Habraken *et al.*, 2009) e detectibilidade de cada uma delas. Essa é uma ferramenta que objetiva avaliar os processos e identificar as falhas antes delas ocorrerem, e assim, permitir a prevenção e avaliação do impacto e determinação dos procedimentos que necessitam de mudanças (Bowles & South, 2002).

O método determina os modos, as causas e efeitos das falhas dos processos em análise para atribuir valor numérico à probabilidade de ocorrência, de detecção e gravidade dessas falhas, que multiplicados determinam o *Risk Priority Number* (RPN) (Bowles & South, 2002), hierarquizando a importância das ações a serem tomadas.

Na aplicação do HFMEA é necessário determinar o processo que será analisado e suas possíveis falhas e para facilitar a determinação das falhas, suas causas e efeitos pode-se responder as seguintes perguntas: (1) O que poderia dar errado no decorrer do processo? (2) Por que essa falha aconteceria? E (3) Quais seriam as consequências de cada falha?. Ao serem respondidos esses questionamentos, determinam-se os possíveis modos de falha, causas da falha e efeitos da falha, respectivamente (Bowles & South, 2002) e assim, torna-se possível atribuir o valor da probabilidade de ocorrência, detecção e gravidade para determinar o RPN e as ações pertinentes.

DeRosier *et al.* (2002) sugere que devem ser realizadas as seguintes etapas para aplicação do HFMEA:

- Definição do escopo



Na etapa da definição do escopo é importante definir o âmbito de atuação da ferramenta e o foco da análise, priorizando a escolha dos processos críticos para a instituição com o objetivo de maximizar os resultados (Monteiro & Valente, 2007) e melhorar a eficiência dos processos.

Nesta etapa devem ser definidos o escopo e processos a serem analisados pela ferramenta HFMEA (Sousa, 2004), os quais devem ser de alto risco e vulnerabilidade para compensar o tempo e recursos investidos para aplicação (DeRosier *et al.*, 2002).

Dessa forma, o objetivo desta etapa consiste em definir os processos a serem analisados pelo HFMEA, considerando as falhas já conhecidas e aproveitar de forma eficiente o tempo e recurso investido para análise de risco.

- Formação da equipe de análise

Para a aplicação do HFMEA é necessária a formação de uma equipe multidisciplinar com o objetivo de considerar diversos pontos de vistas sobre o processo (DeRosier *et al.*, 2002), proporcionando resultados de melhor qualidade.

A equipe deve ser dimensionada de acordo com a demanda de análise em função da definição do escopo e deve ser garantido que os profissionais escolhidos possuam alto nível de conhecimento nos processos analisados, permitindo que haja resposta a todos os questionamentos que apareçam no momento da aplicação da ferramenta (Monteiro & Valente, 2007).

A necessidade da formação da equipe de profissionais multidisciplinar com diferentes pontos de vista se justifica pela importância de uma análise mais completa, já que a ocorrência de falhas é ocasionada por diversos fatores (Main, 2004).

Assim, a equipe multidisciplinar deve ser composta, principalmente, por profissionais que possuem experiência e atuem na área em análise, entretanto, de acordo com DeRosier *et al.* (2002) também é importante a participação de pessoas que não estejam inseridos no processo para revisão das práticas e identificação de potenciais vulnerabilidades.

Para Monteiro e Valente (2007), a equipe de análise deve ser a responsável pela definição do plano de trabalho e das responsabilidades nas reuniões. Dessa forma, a equipe é a responsável pela execução e condução de todo o trabalho e é essencial na gestão de mudança da instituição, quando necessário.

- Identificação das falhas e descrição dos processos

Nesta etapa devem-se caracterizar detalhadamente os processos escolhidos para análise (Monteiro & Valente, 2007) de forma que toda a equipe tenha o conhecimento dos processos que serão avaliados e possuam mecanismo para identificação das falhas.

Para DeRosier *et al.* (2002), na etapa de descrição deve ser desenvolvido o fluxograma dos processos que serão analisados, com intuito de aumentar as chances de análise adequada da equipe, encontrando os pontos de vulnerabilidade e conseqüentemente realizar o planejamento efetivo para as ações.

Na análise pelo HFMEA o processo deve ser descrito graficamente e todos os subprocessos envolvidos devem ser identificados (Cheng, Chou, Wang, Lin, Kao, & Su, 2012). Já que em muitos casos, podem ser encontrados diversos modos de falha a partir desses subprocessos e, conseqüentemente, serem determinadas as causas potenciais das falhas (Sousa, 2014).

Para Monteiro e Valente (2007), também é necessária à coleta de informações para caracterização e descrição detalhada dos processos, o que possibilita a identificação das atividades críticas e as entradas e saídas das atividades em análise. Vale ressaltar, que de acordo com Sousa (2014), a equipe de análise deve ter o conhecimento dos processos e subprocessos avaliados para a efetividade desta etapa.

Assim, define-se que na etapa da Identificação das falhas e descrição dos processos deve-se realizar a coleta de informações e utilização de mecanismos (ex.: fluxogramas, gráfico,



esquemas, dentre outros) que possibilitem a identificação das falhas por meio da descrição dos processos e subprocessos a serem analisados pela equipe do HFMEA.

Segundo a ISO 31.010 (2012) “um modo de falha é aquilo que é observado ao falhar ou ao desempenhar seu papel incorretamente”. Dessa forma, define-se a falha como a maneira possível pelo qual o sistema pode falhar. Assim, para definição dos modos de falhas de maneira adequada, sugere-se que seja elencado as respostas para a pergunta “O que poderia dar errado no processo?” (Bowles & South, 2002).

- Realização da análise de risco

Na etapa de realização da análise de risco devem ser contemplados os seguintes itens, para avaliação inicial (Monteiro & Valente, 2007): Os modos de falha identificados na etapa anterior, a identificação dos efeitos de cada falha e identificação das causas de cada falha.

Na análise pelo HFMEA, os efeitos da falha são as consequências negativas que elas podem causar ao processo analisado. Para facilitar sua definição, Bowles e South (2002), sugerem responder a pergunta “Quais seriam as consequências para cada falha?”.

Para identificação das causas da falha é imprescindível que a equipe de análise tenha informações de histórico e conhecimento técnico dos processos. Da mesma forma, Bowles e South (2002), sugerem uma pergunta para facilitar a determinação das causas das falhas: "Por que a falha aconteceria?". No decorrer desse início da etapa de análise de risco, também devem ser discutidos os mecanismos de controle adotados atualmente pela instituição.

Na segunda parte desta etapa, de acordo com Monteiro e Valente (2007), devem ser estabelecidos valores para as variáveis dos fatores de Detecção, Ocorrência e Severidade, sendo que a escala de pontuação dessas variáveis é determinada pela equipe. DeRosier *et al.* (2002) define os fatores da seguinte forma:

- Probabilidade de Detecção (D): expectativa de detecção antes da falha ocorrer;
- Probabilidade de Ocorrência (O): nível da frequência de ocorrência esperado da falha;
- Grau de Severidade (S) da falha: Gravidade dos efeitos da falha.

Os valores, na escala definida pela equipe, devem ser predefinidos para cada fator a ser analisado. A multiplicação dos valores determinados para os fatores de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D) resulta no *Risk Priority Number* (RPN), ou seja, o número que determinará a prioridade do risco, associado a cada falha.

O RPN é a valorização que se encontra em relação a cada falha e é determinada pela Figura 1 (Monteiro & Valente, 2007):

$$RPN = S \times O \times D \quad \text{Figura 1}$$

Os valores determinados para Severidade e Ocorrência são maiores, quanto mais graves e mais frequentes acontecerem as falhas, respectivamente. Já para Detectibilidade, quanto maior a probabilidade de detecção da falha, menor o valor determinado para esse fator.

A partir do cálculo do RPN é hierarquizada a importância da análise de cada modo de falha encontrado. E assim, determina-se as prioridades das ações para as falhas dos processos analisado.

Mesmo após a hierarquização, pode ser determinado um Ponto Crítico (PC) como de corte para definição das ações de melhorias dos processos. Dessa forma, os modos de falha que obtiverem PC menor que o estipulado nem precisam das definições das ações, entretanto, para algumas atividades, é fundamental uma análise caso a caso, além do RPN.

- Proposição das ações

A partir dos resultados da avaliação dos riscos, os responsáveis podem propor ações para as falhas mais significativas e prioritárias dentre os parâmetros estudados, visando a correção e prevenção de novas ocorrências.



A ferramenta HFMEA deverá ser aplicada novamente, após período determinado pela equipe de análise. Sendo assim, sabe-se que a utilização do HFMEA faz parte de um processo de ciclo fechado, que caracteriza uma ferramenta de melhoria contínua dos processos de uma instituição, sendo essa uma de suas grandes vantagens.

3 Metodologia

A ferramenta HFMEA foi utilizada para análise e determinação da priorização das ações para as causas de perdas de bolsas de sangue e hemocomponentes como forma de suporte da gestão ambiental no Hemocentro utilizado como estudo de caso.

Na fase inicial da definição de escopo, os processos escolhidos para análise no Hemocentro foram as causas de perdas de bolsas de sangue e hemocomponentes nas áreas de coleta de sangue, laboratório, produção de hemocomponentes e gestão de resíduos.

Para composição da equipe de análise foram convocados seis profissionais experientes como responsável pelas informações de cada setor em estudo com, pelo menos, três anos de atuação na instituição dentre os quais eram profissionais de enfermagem e farmácia, além do auxílio de engenheira ambiental e de segurança do trabalho e engenheiro químico, os quais discutiram e identificaram as falhas que podem ocorrer relacionados aos processos analisados.

As reuniões com a equipe para aplicação da técnica ocorreram no segundo semestre de 2017 com carga horária de 29h ao decorrer de 6 (seis) dias.

Na etapa de identificação das falhas e descrição dos processos, a equipe de análise discutiu de forma detalhada o que ocorre nos processos das áreas em estudo do hemocentro e sobre os motivos de descartes de bolsas de sangue e hemocomponentes. E assim, foi possível determinar os modos de falhas relacionados a eles e as causas e efeitos delas.

Os dados utilizados foram os de frequência de descarte de bolsas de sangue e hemocomponentes do Hemocentro no período de outubro de 2016 a setembro de 2017.

Na etapa de análise de risco, conforme técnica do HFMEA, foram elaboradas tabelas para os parâmetros de probabilidade de ocorrência, de detecção e da severidade das falhas, utilizando escala de 1 a 5, e assim realizada a atribuição de valores a partir das descrições elaboradas.

- Severidade

Na busca de uma análise que contribuísse para gestão ambiental do Hemocentro, foram considerados aspectos da Qualidade, Saúde e Segurança, primordiais para o setor de saúde, do Meio Ambiente e Custos, sendo que para essa análise foi proposta uma adaptação da ferramenta original do HFMEA.

A proposta tem o intuito de contribuir para disseminação da gestão ambiental aplicada à área de saúde, especificamente a Hemocentros Públicos no Brasil. Sendo assim, para determinação do peso da severidade da falha foram considerados três parâmetros:

- 1 - Saúde, Segurança e Qualidade (SSQ);
- 2 – Meio-Ambiente (MA);
- 3 – Custo (C).

No parâmetro 1 foi determinada a severidade das falhas avaliando as consequências em relação a saúde e segurança das pessoas envolvidas no processo e qualidade do produto (bolsa de sangue e hemocomponente). Já no parâmetro 2, avaliou-se a gravidade do impacto ambiental negativo e no parâmetro 3, as consequências para o orçamento da instituição.

A análise foi realizada para cada modo de falha e assim, determinado o valor do risco associado aos parâmetros de Saúde, Segurança e Qualidade (SSQ), para o Meio-Ambiente (MA) e o Custo (C). O peso do parâmetro de SSQ foi considerado mais alto, já que a análise é para o setor de saúde.



Neste caso, para o cálculo da Severidade (S) é utilizada Figura 2:

$$S = \frac{(2 \times P_{SSQ} + P_{MA} + P_C)}{4} \quad \text{Figura 2}$$

Sendo P_{SSQ} = Peso determinado para o parâmetro de Saúde, Segurança e Qualidade, P_{MA} = Peso determinado ao parâmetro do Meio Ambiente e P_C = Peso determinado ao parâmetro do Custo.

Da mesma forma, o RPN é calculado com a multiplicação dos valores da Severidade (S), Ocorrência (O) e Detectibilidade (D). Entretanto, na adaptação proposta neste estudo é determinada a hierarquização das ações a partir da avaliação dos aspectos da Saúde, Segurança e Qualidade e também para o Meio Ambiente e Custo.

Na determinação dos valores para severidade foi elaborada a Tabela 1 com as descrições dos impactos negativos das falhas referentes aos aspectos analisados.

Para determinação dos pesos de severidade foi analisada a gravidade das consequências dos modos de falhas, e assim, foi elaborada a descrição de cada peso na tabela para se determinar o valor mais coerente da severidade de cada modo de falha.

Para análise dos modos de falhas dos processos selecionados para avaliação, em relação à saúde segurança e qualidade foram definidos os pesos de 1 a 5, de acordo com o potencial de risco, ou seja, a consequência da falha para os processos, produtos e/ou pessoas (paciente, doador e/ou trabalhador) envolvidas na realização da atividade dentro do Hemocentro.

Para análise que podem causar impactos negativos ao meio ambiente foram determinados pesos de 1 a 5 a depender do nível de risco da falha em relação ao aspecto ambiental e na análise em relação ao impacto nos custos também se utilizou pesos de 1 a 5, atribuídos a depender das consequências em relação ao orçamento da instituição.

Tabela 1:

Pesos para os parâmetros de Saúde, Segurança e Qualidade / Meio Ambiente / Custo

Pontuação Severidade (S)	Parâmetro de Severidade
Saúde, Segurança e Qualidade	
1	Não afeta o processo e nem pessoas
2	Afeta o processo, mas não afeta de maneira significativa pessoas
3	Afeta o processo e o doador de forma reversível
4	Afeta o processo e o paciente de forma reversível
5	Afeta o processo e o paciente de forma irreversível ou leva o risco iminente ao paciente
Meio Ambiente	
1	Não é descartada para tratamento por incineração
2	Descarte da bolsa de plaqueta
3	Descarte da bolsa de plasma
4	Descarte da bolsa de hemácia
5	Descarte da bolsa de sangue total
Custo	



Pontuação Severidade (S)	Parâmetro de Severidade
1	Não há custo com bolsa de sangue
2	Prejuízo econômico devido ao custo do processo para produção de bolsa de sangue total que foi descartada
3	Prejuízo econômico devido ao custo do processo para produção de bolsa de hemácia que foi descartada
4	Prejuízo econômico devido ao custo do processo para produção de bolsa de plasma que foi descartada
5	Prejuízo econômico devido ao custo do processo para produção de bolsa de plaqueta que foi descartada

Observa-se que para determinação da pontuação há a descrição do que foi considerado.

Para o parâmetro de Saúde, Segurança e Qualidade, as pontuações foram determinadas de acordo com as consequências negativas que os descarte de bolsas podem ocasionar ao paciente, doador e/ou trabalhador do Hemocentro, sendo considerado o impacto negativo ao paciente o de maior risco devido a saúde já comprometida.

O impacto ao trabalhador foi considerado devido aos riscos envolvidos com as atividades na área de saúde, para o doador quando a bolsa havia sido descartada por motivo não ocasionado pelo mesmo e já para o paciente quando a bolsa tinha qualidade, mas por outro motivo foi descartada, impossibilitando a doação.

Em relação ao impacto ao meio ambiente, foram determinadas pontuações a partir do volume de resíduo descartados que são enviados a incineração, pois essa forma de tratamento é um grande agressor ao meio ambiente como explicito em passagem do próprio Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) (2002) que dispõe sobre os critérios de funcionamento dos incineradores:

...Os sistemas de tratamento térmico de resíduos são fontes potenciais de risco ambiental e de emissão de poluentes perigosos, podendo constituir agressão à saúde e ao meio ambiente se não forem corretamente instalados, operados e mantidos... Entre estes poluentes destacam-se, pela sua periculosidade, os poluentes orgânicos persistentes, e que deve ser buscada a redução das emissões totais dos poluentes mencionados, com a finalidade de sua contínua minimização e, onde viável, sua eliminação definitiva. (CONAMA, 2002, p. 1)

Sendo assim, quanto maior o volume da bolsa descartada, admitiu-se maior impacto ambiental negativo para realização do tratamento por incineração, já que o volume das bolsas é variável, sendo a de sangue total de 410 a 525 mL (considerando 30 mL para amostra), do concentrado de hemácia entre 220 e 280 mL, a de plasma comum com volume entre 150 a 250 mL e a bolsa com concentrado de plaqueta entre 40 a 70 mL (Brasil & Ministério da Saúde 2015, 2016).

Para o parâmetro de custo foram considerados os gastos na realização dos processos de produção das bolsas de sangue total e os hemocomponentes. Com isso, foi considerado como mais custoso a instituição o descarte da bolsa de plaqueta, pois a bolsa precisou passar por maior número de processos que ocasionam custos devido, principalmente, ao consumo energético e de mão-de-obra para produção desse hemocomponente e, assim, a pontuação foi sendo reduzida para o quanto menor o número de processos que a bolsa deve passar. Vale ressaltar que para



esse parâmetro não foi considerado o custo de descarte de resíduo, pois todas as bolsas de sangue e hemocomponentes são destinadas para o mesmo tratamento (incineração).

- Probabilidade de ocorrência

Na determinação da probabilidade de ocorrência, foram considerados os percentuais da frequência das falhas dentre todas as ocorrências do ano analisado. Assim, na Tabela 2 foram listados diferentes pesos, baseados em informações do período no Hemocentro.

Tabela 2:
Probabilidade de ocorrência

Pontuação Ocorrência (O)	Ocorrência
1	$X < \text{ou} = 0,10\%$
2	$0,10\% < X < \text{ou} = 9,60\%$
3	$9,60\% < X < \text{ou} = 19,11\%$
4	$19,11\% < X < \text{ou} = 28,61\%$
5	$X > 28,61\%$

A tabela da ocorrência mostra o X como o percentual de probabilidade da falha ocorrer determinado segundo a Figura 3:

$$PO = \frac{NE}{TPS} \times 100 \quad \text{Figura 3}$$

Sendo, PO = X = Probabilidade de Ocorrência da falha, NE = Número de ocorrência da falha para o período do levantamento dos dados e TPS = Total de bolsas descartadas.

- Probabilidade de detecção

No HFMEA o poder de detecção acontece a partir dos controles existentes para que a falha não ocorra, ou seja, para que seja evitado o motivo que ocasiona no descarte da bolsa de sangue ou hemocomponente.

Na Tabela 3 da probabilidade de detecção foram descritos cinco (05) diferentes níveis, considerando a possibilidade de detectibilidade da falha antes dela ocorrer.

Tabela 3:
Probabilidade de detecção

Pontuação Detectibilidade (D)	Detectibilidade
1	Possui mecanismo de identificação e controle e a ação é eficiente
2	Possui mecanismo de identificação e controle, mas a ação é ineficiente
3	Possui mecanismo de identificação e controle e não há ação
4	Não há mecanismo de identificação da falha na instituição
5	Não existe tecnologia/teste disponível de conhecimento pela equipe de análise que possa identificar a falha (Detectibilidade fora do alcance da instituição)



Observa-se que quanto maior a pontuação, menor a probabilidade de detecção da causa da falha antes dela ocorrer. Dessa forma, os níveis de pontuação foram determinados a partir dos mecanismos de controles já existentes no Hemocentro.

Ressalta-se que a descrição da pontuação 5, foi realizada devido ao relato da equipe de análise do Hemocentro que afirmou não ter conhecimento de nenhum tipo de controle em alguns dos casos devido a indisponibilidade de tecnologia que possibilitasse a detecção das falhas.

Por fim, a partir do cálculo do RPN foi possível determinar as prioridades para quais das falhas deveriam ser tomadas ações. Assim, foi determinada a prioridade considerando os parâmetros da Saúde, Segurança e Qualidade, Meio Ambiente e Custo.

Vale ressaltar que a equipe de análise observou que é necessário estabelecer um padrão na determinação da pontuação para que a ordem de prioridade não fosse realizada de maneira inadequada.

Como o objetivo deste artigo é apresentar a hierarquização das falhas mais impactantes de forma negativa ao Hemocentro, não se realizou a fase de proposição das ações para este estudo.

4 Análise dos resultados

A partir da aplicação da ferramenta HFMEA para avaliação das perdas de bolsas de sangue e hemocomponentes nas áreas de coleta, produção, laboratório e gestão de resíduos com o objetivo de inserção da gestão ambiental no Hemocentro em estudo, foram encontrados um total de 20 modos de falhas listados a seguir:

- ✓ Baixo volume (< 300 mL) da bolsa de sangue total
- ✓ Descarte subjetivo da bolsa de sangue total
- ✓ Volume excessivo (> 525 mL) da bolsa de sangue total
- ✓ Rompimento de bolsa de sangue total
- ✓ Falha de equipamento/operacional com a bolsa de sangue total
- ✓ Volume baixo (< 190 mL ou 220 mL a depender do conservador e anticoagulante) da bolsa de hemácia
- ✓ Hemólise na bolsa de hemácia devolvida
- ✓ Validade expirada da bolsa de hemácia
- ✓ Sorologia positiva da bolsa de hemácia
- ✓ Hemólise na bolsa de hemácia
- ✓ Sangue lipêmico na bolsa de plasma
- ✓ Falta de equipamento para conservar bolsa de plasma
- ✓ Coloração esverdeada da bolsa de plasma
- ✓ Contaminação por hemácia da bolsa de plasma
- ✓ Estocagem inadequada da bolsa de plasma
- ✓ Sorologia positiva da bolsa de plaqueta
- ✓ Volume baixo da bolsa de plaqueta
- ✓ Grumos (plaquetas agregadas) da bolsa de plaqueta
- ✓ Validade expirada da bolsa de plaqueta
- ✓ Contaminação por hemácia da bolsa de plaqueta

Observa-se que os modos de falhas foram divididos a partir do tipo de bolsa, sendo elas bolsa de sangue total e dos hemocomponentes hemácia, plasma e plaqueta. Por isso algumas das falhas definidas são as mesmas, mas para tipos de bolsas distintas, o que influencia bastante no impacto ambiental devido ao volume descartado diferente em cada uma delas.



A equipe de análise definiu como 34 o Ponto Crítico do RPN, então os modos de falhas que ocasionam em maior impacto ambiental, de saúde e segurança e aos custos do Hemocentro são sete (07) e encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4:
Modos de Falhas mais impactantes no Hemocentro

Modo de falha	Efeito da falha	Causa da falha	S			O	D	RPN
			SSQ	MA	C			
Coloração esverdeada na bolsa do plasma	Impacto ambiental no tratamento do resíduo por incineração; Custo de processo (técnico-recurso humano, insumo); Custo do gerenciamento de resíduo, devido ao aumento do volume; Impacto ao doador; Impacto ao trabalhador que manuseia maior volume de resíduo e aumenta o risco biológico; Redução de aproveitamento de insumo para indústria farmacêutica	Uso de anticoncepcional por mulheres segundo a literatura; Subjetividade da técnica de identificação para liberação da bolsa (constatação visual)	3	3	4	3	5	49
Baixo volume (<300 mL) de bolsa de sangue total na coleta	Descarte da bolsa de sangue total; Impacto ambiental no tratamento do resíduo por incineração; Custo de processo (técnico-recurso humano, insumo); Custo do gerenciamento de resíduo, devido ao aumento do volume; Impacto ao doador e possivelmente ao paciente (pode não haver outra bolsa para transfusão); Impacto ao trabalhador que manuseia maior volume de resíduo e aumenta o risco biológico.	Condição fisiológica do doador; Falha técnica na punção; Falha no manuseio da programação do equipamento; Falha técnica do equipamento; Falha na triagem clínica.	4	5	2	2	5	38
Descarte subjetivo de bolsa de sangue total na coleta	Descarte da bolsa de sangue total; Impacto ambiental no tratamento do resíduo por incineração; Custo de processo (técnico-recurso humano, insumo); Custo do gerenciamento de resíduo, devido ao aumento do volume; Impacto ao doador e possivelmente ao paciente; Impacto ao trabalhador que	Critério de segurança utilizado pelo triador, quando ele percebe que o doador está omitindo informações relevantes para triagem	4	5	2	2	5	38



Modo de falha	Efeito da falha	Causa da falha	S			O	D	RPN
			SSQ	MA	C			
	manuseia maior volume de resíduo e aumenta o risco biológico.							
Volume baixo (< 190 mL ou 220 mL a depender do conservador e anticoagulante) da bolsa de hemácia	Impacto ambiental no tratamento do resíduo por incineração; Custo de processo (técnico-recurso humano, insumo); Custo do gerenciamento de resíduo, devido ao aumento do volume; Impacto ao doador e possivelmente ao paciente; Impacto ao trabalhador que manuseia maior volume de resíduo e aumenta o risco biológico.	Condição fisiológica do doador; Falha técnica na punção; Falha no manuseio da programação do equipamento; Falha técnica do equipamento; Falha na triagem clínica.	4	4	3	2	5	38
Hemólise na bolsa de hemácia devolvida	Impacto ambiental no tratamento do resíduo por incineração; Custo de processo (técnico-recurso humano, insumo); Custo do gerenciamento de resíduo, devido ao aumento do volume; Impacto ao doador e possivelmente ao paciente; Impacto ao trabalhador que manuseia maior volume de resíduo e aumenta o risco biológico.	Devido ao transporte de outros hemocentros para o Hemoba ou no retorno da bolsa ao Hemoba; Acondicionamento inadequado na unidade de saúde	4	4	3	2	5	38
Sangue lipêmico na bolsa de plasma	Impacto ambiental no tratamento do resíduo por incineração; Custo de processo (técnico-recurso humano, insumo); Custo do gerenciamento de resíduo, devido ao aumento do volume; Impacto ao doador e possivelmente ao paciente; Impacto ao trabalhador que manuseia maior volume de resíduo e aumenta o risco biológico; Redução de aproveitamento de insumo para indústria farmacêutica	Aspecto fisiológico do doador; Falha na triagem que deve perguntar qual a alimentação anterior a doação e se o doador tem doença relacionada a colesterol alto	4	3	4	2	5	38



Modo de falha	Efeito da falha	Causa da falha	S			O	D	RPN
			SSQ	MA	C			
Falta de equipamento para conservar bolsa de plasma	Impacto ambiental no tratamento do resíduo por incineração; Custo de processo (técnico-recurso humano, insumo); Custo do gerenciamento de resíduo, devido ao aumento do volume; Impacto ao doador e possivelmente ao paciente; Impacto ao trabalhador que manuseia maior volume de resíduo e aumenta o risco biológico; Redução de aproveitamento de insumo para indústria farmacêutica	Câmara fria quebrou e não houve conserto; Quantidade insuficiente de freezer -30°C para estocagem da bolsa	4	3	4	3	3	34

A partir do resultado obtido é possível detectar que a maior parte dos modos de falhas de impactos mais significativos do Hemocentro estudado possuem a Detectibilidade comprometida por não possuírem forma de controle por meio de tecnologia e/ou testes disponível que possa identificar a falha a nível de conhecimento da equipe de análise.

Sendo assim, devem ser propostas ações e medidas de controle para gerenciamento dos riscos ambiental, de segurança e financeiro que envolvam técnicas inovadoras ao nível de conhecimento da instituição para os setores de coleta, produção, laboratório e gestão de resíduos.

5 Considerações finais

O estudo constatou que as falhas resultam em descartes que não seriam avaliados caso o aspecto ambiental não fosse considerado, pois a geração de resíduos, em sua maioria, é considerada como parte do processo, ao utilizar-se a lógica chamada de "fim-de-tubo".

Conclui-se, dessa forma, que a aplicação da análise ambiental pelo HFMEA, se mostrou mais completa por analisar aspectos não considerados nas análises originalmente realizadas por essa ferramenta. Dessa forma, tem-se a perspectiva que as unidades de saúde utilizem esse modelo de gestão, aumentando a sua eficiência também em âmbito ambiental.

Importante observar que o estudo também permitiu atestar que a utilização da ferramenta HFMEA como promoção da Gestão Ambiental em Hemocentro pode trazer benefícios como:

- Mapeamento das principais causas das perdas de bolsas de sangue e hemocomponentes e consequente geração de resíduos no setor da saúde;
- Indicação de uma metodologia para desenvolvimento de indicadores para apoio a tomada de decisão na área ambiental no setor da saúde;
- Contribuição para ações de otimização dos processos de trabalho;
- Identificação dos riscos reais associados às diretrizes operacionais adotadas pelo setor da saúde, que implicam em ineficiências operacionais e ambientais;

Assim, o resultado estabelece um caminho para que a instituição tome decisões com contribuição da gestão ambiental por meio da análise de parâmetros relevantes à instituição



como o impacto ambiental e econômico dos processos e falhas provenientes deles, além da qualidade, segurança e saúde dos pacientes.

Por fim, acredita-se que esta análise, utilizando o HFMEA, contribua para a adoção da gestão ambiental, além de proporcionar benefícios e aumentar a eficiência, contribuindo para a gestão econômica. Por isso ao realizar a adaptação desta ferramenta para os processos internos, verificou-se que foi alcançada a priorização para ações com cooperação entre redução de risco, redução de impacto ambiental e benefícios financeiros.

6 Referências

1. Andrade, M. R. S., & Turrioni, J. B. (2000). Uma metodologia de análise dos aspectos e impactos ambientais através da utilização do FMEA. *ENESEP, USP/POLI-SP*.
2. Barcelos, M., Peres, A., Pereira, I., Chavasco, L., & Freitas, D. (2011). Aplicação do método FMEA na identificação de impactos ambientais causados pelo descarte de medicamentos. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, 8(4).
3. Bowles, J. B., & South, C. (2002). Failure Modes and Effects Analysis. *Institute for Health care Improvement*, 11, 50-59.
4. Brasil, & Ministério da Saúde. (2015). Guia para uso de hemocomponentes.
5. Brasil, & Ministério da Saúde (2016). Portaria nº 158, de 04 de fevereiro de 2016. *Redefine o Regulamento Técnico de Procedimentos Hemoterápicos*.
6. Cheng, C. H., Chou, C. J., Wang, P. C., Lin, H. Y., Kao, C. L., & Su, C. T. (2012). Applying HFMEA to prevent chemotherapy errors. *Journal of medical systems*, 36(3), 1543-1551.
7. CONAMA, L. (2002). Resolução nº. 316–Dispõe sobre procedimentos e critérios para funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. *Diário Oficial [República Federativa do Brasil], Brasília*, 29.
8. de Freitas, C. K., Platt, F. H., dos Santos, A. P., Radaelli, K. P., & Campani, D. B. (2013). Implantação e Desenvolvimento do Sistema de Gestão Ambiental no Departamento de Atenção a Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *ScientiaTec*, 1(1).
9. DeRosier, J., Stalhandske, E., Bagian, J. P., & Nudell, T. (2002). Using health care failure mode and effect analysis™: the VA National Center for Patient Safety's prospective risk analysis system. *The Joint Commission journal on quality improvement*, 28(5), 248-267.
10. Fischer, M. (2014). Fit for the Future? A new approach in the debate about what makes healthcare systems really sustainable. *Sustainability*, 7(1), 294-312.
11. Habraken, M. M. P., Van der Schaaf, T. W., Leistikow, I. P., & Reijnders-Thijssen, P. M. J. (2009). Prospective risk analysis of health care processes: A systematic evaluation of the use of HFMEA™ in Dutch health care. *Ergonomics*, 52(7), 809-819.
12. ISO, A. A. N. (2012). IEC 31010-2012: Gestão de riscos-técnicas para o processo de avaliação de riscos. *ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS*.
13. Main, B.W. (2004). Risk assessment: a review of the fundamental principles. *Professional Safety*, 49 (12), 37-47.
14. McGain, F., & Naylor, C. (2014). Environmental sustainability in hospitals—a systematic review and research agenda. *Journal of health services research & policy*, 19(4), 245-252.
15. Monteiro, L. & Valente, R. (2007). Análise FMEA ao Serviço das Organizações de Saúde. *Revista Portuguesa de Gestão & Saúde*, 26–33.
16. Neves, M. S. (2007). Estudo da Trajectória do Paciente Diabético na Consulta de Oftalmologia Utilização do FMEA: Failure Mode and Effect Analysis. *Revista*



Portuguesa de Gestão & Saúde, 3, 6–9.

17. Reid, R. D. (2005). FMEA—something old, something new. *Quality Progress*, 38(5), 90-93.
18. Rocha, W. K. R., Sampaio, S. M. R. & Cardoso, L. F. (2014). Produção mais limpa: opções de otimização do descarte de hemocomponentes não liberados para fins transfusionais. *Gestão Ambiental: Ecoeficiência e produção mais limpa nas práticas da hemorrede pública nacional. Ministério da Saúde*, 179–193.
19. Siedschlag, A. C. (2014). Análise de Risco: Oportunidade de Aplicação na Hemoterapia e na Indústria de Hemoderivados. *Gestão Ambiental: ecoeficiência e produção mais limpa nas práticas da hemorrede pública nacional. Ministério da Saúde*, 255–273.
20. Sousa, M. C. A. (2014). Aplicação da ferramenta de gerenciamento de risco HFMEA no setor de expurgo do centro de material e esterilização.
21. Surdi, S. M., Mota, A. R. & Cardoso, L. F. (2014). Análise das causas de descarte de hemocomponentes no Hemocentro Regional de Chapecó (SC) visando melhorar a gestão dos processos. *Gestão Ambiental: Ecoeficiência e produção mais limpa nas práticas da hemorrede pública nacional. Ministério da Saúde*, 155–178.
22. Vaughen, B. K., Downes, A., Fox, J., & Belonger, D. (2015). Guidelines for integrating management systems and metrics to improve process safety performance. *Process Safety Progress*, 34(3), 259-266.
23. Wetterneck, T. B., Skibinski, K., Schroeder, M., Roberts, T. L., & Carayon, P. (2004, September). Challenges with the performance of failure mode and effects analysis in healthcare organizations: an iv medication administration HFMEA™. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 48, No. 15, pp. 1708-1712). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
24. Zeng, S. X., Tam, C. M., & Tam, V. W. (2010). Integrating safety, environmental and quality risks for project management using a FMEA method. *Engineering Economics*, 66(1).