

UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC EM UM HOSPITAL DA REDE PÚBLICA FEDERAL COM FOCO EM MELHORIA DA PREVISÃO DE DEMANDA POR CONSULTAS

USE OF DMAIC METHODOLOGY IN A FEDERAL PUBLIC HOSPITAL TO IMPROVE DEMAND FORECASTING OF NUMBER OF

Renan Maia Fernandes – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) - Brasil - renanm.fernandes@gmail.com

Augusto da Cunha Reis – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) - Brasil - augusto@aaa.puc-rio.br

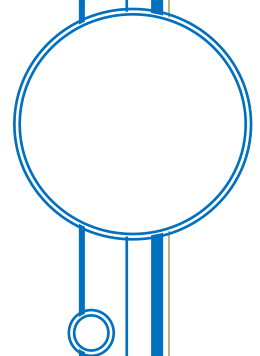
Pedro Senna* – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) - Brasil - pedro.sennavieira@gmail.com

Submetido: Abril 2017

Aceito: Julho 2017

*Autor de Correspondência

DOI: 10.18226/23190639.v5n2.03



Resumo

Devido ao crescimento populacional e ao aumento da expectativa de vida ocorre um aumento de demanda por serviços de saúde. Os clientes finais dos serviços de saúde, os pacientes, têm apresentado um comportamento migratório dos serviços privados de saúde para os serviços públicos em virtude dos aumentos dos preços cobrados por atendimento e devido a crise econômica que levou a redução de 2 milhões de beneficiários de planos de saúde. Este contexto coloca em evidência técnicas oriundas da metodologia *Lean Healthcare*, que trazem aumento da qualidade dos serviços prestados na área de saúde e redução de custos. Este contexto de crise econômica também coloca em evidência técnicas da metodologia *Lean Six Sigma*, que tem por objetivo trazer aumentos de qualidade e diminuição de custos através da redução de variabilidade em processos. Deste modo, este trabalho tem por objetivo aplicar a metodologia DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) no processo de compras de um hospital da rede pública federal e verificar os ganhos proporcionados por esta ferramenta. Foram obtidos ganhos com a aplicação do DMAIC através da possibilidade de utilização de técnicas matemáticas que realizem uma previsão do número de atendimentos a serem realizados em um período futuro. Ao conseguir prever de melhor forma o número de atendimentos em um período é possível tomar ações de planejamento para atender a demanda por estes serviços.

Palavras chave: *Lean Healthcare. Lean Six Sigma. DMAIC. Previsão de demanda.*

Abstract

Due to population growth and growth in life expectancy of the population, demand for healthcare services has been increasing. The final clients of healthcare services, the patients, have presented a migratory behavior from private healthcare services to public healthcare services because of increasing prices. This context shed light upon techniques derived from lean healthcare methodology, which bring increased quality in healthcare service and simultaneously reducing costs. This context of financial crisis also puts in evidence techniques used in Six Sigma methodology, aims to bring quality increase and cost reduction by reducing process variability. So, this paper aims apply DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) methodology in the purchasing process of a public hospital and verify gains of the technique application. Gains were obtained with the application of DMAIC through the possibility of using mathematical techniques to carry out a forecast of the number of calls to be made in a future period. This study is relevant because to be able to predict the number of appointments to improve the offer of healthcare services.

Keywords: *Lean healthcare. Six Sigma. DMAIC. Demand Forecasting.*

1 Introdução

O atual cenário econômico do país em que ocorre aumento do nível de desemprego traz impactos nos hábitos de consumo da população e faz com que as organizações busquem cada vez mais a excelência operacional ao criar valor para o cliente e reduzir desperdícios. O desafio das organizações consiste em utilizar os recursos da melhor maneira possível, desta forma, podem se utilizar de técnicas de melhoria de processos para obterem redução de custos e aumento da eficiência produtiva. O setor de produção de bens utiliza técnicas que têm por

enfoque a geração de valor para o cliente e a eliminação de desperdícios no processo produtivo. Este enfoque voltado para a produção enxuta recebe na indústria o nome de *Lean Production*. De forma particular temos a aplicação dessas técnicas e conceitos de *Lean* no setor de saúde, sendo denominado *Lean Healthcare*.

Os ambientes hospitalares e fabris são distintos por natureza, entretanto, ao se levar em consideração que em ambos são realizadas atividades de processamento, é possível traçar um paralelo entre as duas realidades. No atendimento de um paciente em um hospital de emergência, pode haver etapas como: entrada do paciente, realização de cadastro, atendimento inicial, consulta com médico, realização de exames, consulta novamente com médico, medicação e alta. Em um processo produtivo também ocorrerão etapas como: recebimento de matéria-prima, inspeção de matéria-prima, processo produtivo em si, controle de qualidade e expedição. Em ambos os processos descritos é possível obter exemplos de desperdícios que aumentam os custos operacionais e aumentam o *lead time* do processo.

Neste contexto, o Seis Sigma pode ser compreendido como um alto nível de desempenho em processos de manufatura ou serviços que se aproxima a zero defeitos, portanto o próprio não pode ser entendido meramente como uma metodologia, pois se trata de um fim e não um meio. De acordo com Wilson (1998) o Seis Sigma pode ser expresso como uma medida, uma estatística, uma estratégia, uma visão, um *benchmarking* ou uma filosofia. Em termos de desempenho o Seis Sigma tem por objetivo a redução de custos através da redução ou total eliminação de atividades que não agreguem valor ao processo. Outro ponto abordado é a elevação a níveis máximos da qualidade de saída do processo. Mais especificamente no segmento da saúde, Araújo (2005) afirma que os custos do setor de saúde no Brasil são cada vez maiores e a despeito deste fenômeno o acesso a atendimento hospitalar vem sendo cada vez mais difícil e quando o atendimento é realizado sua qualidade é abaixo do esperado. O orçamento do ministério da saúde no ano de 2016 foi de mais de 109,6 bilhões de reais, ficando atrás apenas do orçamento do ministério da previdência social que foi de 505,2 bilhões de reais (MPOG, 2016).

De forma conjunta ao crescimento dos custos do setor de saúde do país temos observado o crescimento da população. Ao se falar especificamente do estado do Rio de Janeiro, segundo dados do IBGE a população chegou no ano de 2015 a 16.550.024 pessoas. De acordo com pesquisa realizada por Laboissiere (2014) a pedido do Conselho Federal de Medicina (CFM) e da Associação Paulista de Medicina (APM) os principais problemas apontados pelos participantes são: necessidade de muito tempo em filas de espera, dificuldade no acesso aos

serviços públicos e gestão ineficiente dos recursos, o mesmo trabalho apresenta os seguintes dados:

- a) 93% dos participantes da pesquisa avaliam os serviços da rede pública e privada de saúde como regulares, ruins ou péssimos;
- b) 70% dos participantes que utilizaram serviços do SUS demonstraram insatisfação a respeito da qualidade do atendimento recebido e as avaliações variaram de regular a péssimo;
- c) 30% dos participantes informaram que estariam aguardando a marcação ou a realização de algum tipo de procedimento na rede pública ou que possuíam familiar em situação semelhante.

Assim, objetivando trazer uma contribuição de técnicas já largamente utilizadas nas ciências administrativas e relacionadas às metodologias *Lean Manufacturing* e Seis Sigma que já foram amplamente utilizadas nos ambientes fabris, (conforme Antony, 2012 e Kumar et al., 2013), o presente estudo irá aplicar a metodologia DMAIC numa instituição pública de saúde e avaliar se é possível prever a demanda por atendimentos de forma mais assertiva para que a compra de materiais, assim como outros serviços seja melhor planejada.

Para embasar academicamente este estudo contou com uma revisão de literatura com artigos na categoria “*Full paper*” pesquisados na base SCOPUS. Para que fosse possível um primeiro “retrato” da literatura de interesse, foi feita uma análise quantitativa dos *strings* de busca pesquisados e da quantidade de trabalhos correspondentes. Tal análise pode ser visualizada na Tabela 1:

Tabela 1: *Strings* de busca e resultados

Strings	Resultados
"Lean"	79.587
"Lean Manufacturing"	3.231
"Lean Healthcare"	112
"Lean Healthcare" AND "DMAIC"	4
"Lean Healthcare" AND "Demand Forecasting"	0

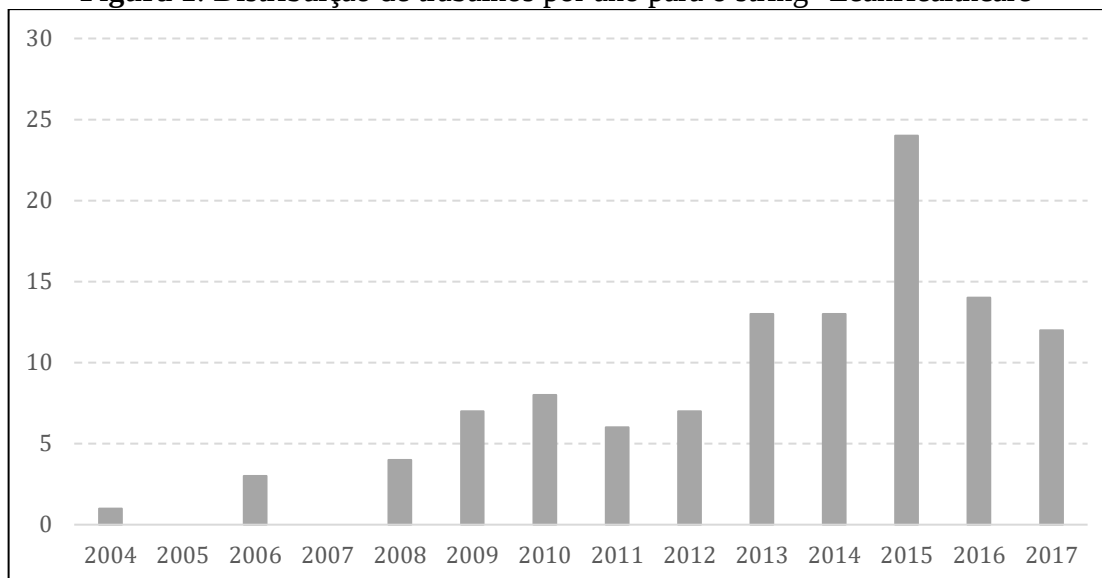
Fonte: Os autores baseados em resultados da base SCOPUS

Percebe-se que os termos mais abrangentes e consolidados como “*Lean*” e “*Lean Manufacturing*” apresentam uma quantidade considerável de resultados, por isso, a busca precisa ser restringida.

No termo mais assertivo deste trabalho “*Lean Healthcare*” foram encontrados 112

trabalhos distribuídos como mostra a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**:

Figura 1: Distribuição de trabalhos por ano para o string "LeanHealthcare"



Fonte: Os autores baseado em dados da base SCOPUS

Percebe-se uma tendência crescente no número de trabalhos com um pico em 2015 e com um aumento consistente se considerarmos de 2013 até 2017. Ressalta-se o fato de que quando foram buscados os *strings* com os termos exatos do que foi conduzido neste trabalho (“*Lean Healthcare*” AND “*DMAIC*” e “*Lean Healthcare*” AND “*Demand Forecasting*”) são encontrados respectivamente 4 e 0 resultados, evidenciando um *gap* na literatura quanto ao uso de tais técnicas utilizadas de forma combinada.

Na seção 1 é apresentada a introdução e a contextualização do assunto, Na seção 2 é apresentada uma revisão de literatura onde o tema de *Lean Production* é aprofundado e é aplicado na área de saúde através do tema *Lean Healthcare* onde são demonstradas as características que serão perseguidas após a adoção da metodologia e finalmente é abordado o tema Seis Sigma, na seção 3 a metodologia utilizada no estudo de caso é apresentada conforme uma pesquisa qualitativa e quantitativa através da análise de documentos verificados durante visitas na instituição federal de saúde que é objeto do estudo. A seção 4 traz o estudo de caso em si, onde se apresenta a descrição do hospital, a situação do problema estudado, a coleta dos dados, as análises qualitativas e quantitativas onde é possível determinar a situação do hospital e finalmente a metodologia DMAIC é implementada e é realizada avaliação da efetividade desta metodologia no processo em questão, por fim, a seção 5 traz as conclusões do trabalho e possíveis oportunidades de estudos futuros.

2 Revisão de literatura

2.1 *Lean Manufacturing*

Tendo iniciado no Japão, o sistema de produção enxuta, é popularmente conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP). Segundo Womack et al. (2004), no período pós - segunda guerra mundial as montadoras japonesas apresentavam dificuldades para replicar o modelo produtivo fordista devido a fatores do mercado japonês:

- a) Mercado interno limitado;
- b) Surgimento de nova legislação trabalhista;
- c) Economia afetada pela guerra;
- d) Concorrência mundial.

Observando o contexto econômico da época é possível notar que a redução de custos produtivos era essencial para que a indústria automobilística japonesa pudesse ter sobrevivido. Uma das formas de reduzir os custos produtivos é reduzir custos com estoque de peças e produto acabado, que converge para o objetivo do Sistema Toyota de Produção que é a redução de estoques e desperdícios através da melhoria contínua de processos produtivos e sincronização do fluxo de produção (LIKER, 2005).

Nas organizações empresariais diariamente são realizadas diversas atividades e conforme Hines e Taylor (2000) determinam essas atividades podem ser classificadas da seguinte maneira:

- a) Atividades que agregam valor: são as atividades que tornam o produto ou serviço mais valioso para o cliente;
- b) Atividades necessárias que não agregam valor: são atividades que não são percebidas pelo cliente como responsáveis pelo valor agregado de um produto ou serviço, mas são necessárias para a organização;
- c) Atividades que não agregam valor: são atividades que não agregam valor ao produto ou serviço e são desnecessárias para a organização.

Ainda de acordo com Hines e Taylor (2000), as atividades descritas acima aparecem nas empresas da seguinte forma: 5% das atividades realizadas agregam valor, 35% são atividades necessárias que não agregam valor e 60% são atividades que não agregam valor. De acordo com Ohno (1997) os desperdícios mapeados no sistema de produção enxuta são:

superprodução, defeitos, inventários, processamento inapropriado, transporte, movimentação e esperas. De acordo com Faria (2013) para que ocorra a redução de desperdícios é necessário atuar no trinômio formado por pessoas, processos e cultura organizacional.

2.2 Lean Healthcare

Em comparação com outras áreas, a gestão hospitalar tem demonstrado certa lentidão em realizar a identificação de seus principais clientes. O setor de saúde é um mercado que cresce ano após ano, entretanto existem pressões para que o mesmo se torne mais eficiente. De acordo com Souza (2008) é atribuído sucesso ao *Lean Healthcare* pelo fato do mesmo obter resultados expressivos e que são sustentáveis ao longo do tempo. Dessa forma o pensamento enxuto aplicado à área hospitalar aparece como solução para a obtenção de melhores resultados nas organizações hospitalares.

De acordo com Womack (2005) este fato se deve à complexidade do sistema de saúde. Os processos normalmente são elaborados no intuito de favorecer os clientes internos do sistema: hospitais, seguradoras, trabalhadores da área de saúde e o governo. O valor agregado nesse tipo de sistema deveria ser definido sob a ótica do cliente externo, ou seja: os usuários do sistema de saúde. No quadro 1 são mostrados os desperdícios clássicos da manufatura e seu paralelo no setor de saúde.

Quadro 1: Fontes de desperdício no setor da saúde

<i>Categoria de desperdício</i>	<i>Definição clássica</i>	<i>Exemplos no setor de saúde</i>
Superprodução	Excesso de inventário devido a produção maior que a demanda ou devido a produção antecipada.	Monitoramento excessivo de paciente que não inspira tais cuidados
Defeitos	Erros no processamento de informações, baixo desempenho em entregas ou problemas de qualidade na produção.	Administração de medicamentos inadequados ou em dosagens erradas
Inventários desnecessários	Armazenamento excessivo de produto acabado	Pacientes em espera por diagnósticos.
Processamento inapropriado	Executar o processo com ferramentas ou sistemas inadequados ao invés de abordagens mais simples.	Utilização de fortes antibióticos para infecções mais brandas, realização de exames desnecessários.
Transporte Excessivo	Transporte excessivo de materiais ou de informações ocasionando aumento de custos e tempo	Transporte excessivo de pacientes e medicamentos decorrentes de um arranjo físico inadequado.
Movimentação Excessiva	Movimentação excessiva de pessoas e materiais.	Movimentação excessiva de médicos e enfermeiros devido a má organização dos postos de trabalho.
Esperas	Longos períodos de inatividade de pessoas ou de equipamentos, ocasiona um fluxo de produção pobre e aumento de lead time.	Tempo que um paciente aguarda leito, tempo de aguardo pela liberação de alta.

Fonte: Bertani (2010)

Mais duas categorias de desperdício são apresentadas no setor de saúde por Amiirahmadi (2007), sendo elas re-priorização; que consiste em Iniciar uma atividade e ter que mudar para outra antes que a primeira seja concluída e pouca utilização do talento dos colaboradores; que consiste em Utilizar os colaboradores como meros operadores e não como especialistas em processos.

Segundo Graban (2009), *Lean Healthcare* se trata de uma tecnologia que permite aos hospitais melhorarem a qualidade do atendimento a seus pacientes, elimina barreiras e foca no atendimento ao cliente, melhora suporte a médicos e outros profissionais da saúde e também auxilia departamentos diferentes a trabalharem de forma mais unificada.

Com base nos trabalhos desenvolvidos no *Flinders Medical Centre*, McGrath et al. (2008) definiram uma série de princípios na implantação de projetos de *Lean Healthcare*. Segue abaixo o detalhamento destes princípios:

- a) definição do cliente: Devido à complexidade do sistema de saúde os processos são frequentemente direcionados para os clientes internos, médicos, hospitais, operadores de plano de saúde e outros. Dessa forma os autores identificam a importância do sistema ser direcionado para geração de valor para o principal cliente, o paciente;
- b) liderança por alto executivo: É importante que haja envolvimento da alta liderança de forma a mostrar para todos os colaboradores que o programa é importante;
- c) envolvimento dos líderes: É importante o envolvimento dos líderes na análise dos problemas identificados e no desenvolvimento de soluções. Para viabilizar a participação de funcionários que tem carga elevada de trabalho é interessante realizar reuniões rápidas e frequentes;
- d) time de soluções multidisciplinar: É importante ter na equipe profissionais que atuem diretamente nas atividades que são objeto da análise e que haja supervisão de especialistas em redesenho de processos;
- e) implantação: É necessário que os gestores sejam dotados de habilidades de gerenciamento de mudanças;
- f) foco no fluxo dos pacientes: Consiste em se utilizar de uma classificação mais ampla do que se basear em grupos de doenças semelhantes. Alguns exemplos de classificação seguindo essa metodologia são pacientes com procedimentos rápidos e logo em seguida tem alta, pacientes idosos que possuem uma série de fatores que podem leva-los a óbito. A criação desse tipo de classificação permite projetar um

fluxo de forma a atender as necessidades do paciente e dos operadores do sistema de saúde;

- g) dados: É importante que sejam simples, estejam visíveis de forma clara para todos os interessados e que sejam disponibilizados em tempo real para análise dos problemas;
- h) metas e prazos: Todos os resultados devem ser possíveis de serem atingidos, metas impossíveis podem desestimular a equipe;
- i) gerenciamento do processo: É importante considerar treinamento externos. O uso de facilitadores externos é uma ferramenta importante para quebrar barreiras na mentalidade dos funcionários;
- j) seleção de projetos: Os projetos escolhidos na fase inicial do processo devem ser aqueles em que ocorrem ganhos rápidos e promovem o envolvimento dos funcionários;
- k) persistência e flexibilidade: De modo a flexibilizar a implementação de melhorias é importante se utilizar do método PDSA (*Plan-Do-Study-Act*), este método permite a melhoria contínua;
- l) sustentabilidade: É baseado em um processo constante de revisão e melhoria contínua da prestação dos serviços de saúde de forma a atender as necessidades do cliente, é necessário que seja incorporado no processo de mudança de forma a sustentar as melhorias e alavancar a obtenção de maiores níveis de qualidade e eficiência.
- m) padronização: É importante documentar os novos processos e definir os papéis de cada um, outra parte importante é remover a variabilidade na execução dos processos, é necessário monitorar o desempenho dos indivíduos e equipes e determinar se os procedimentos estão sendo realizados como previsto;
- n) manutenção: É necessário manter as melhorias implantadas, os indicadores de desempenho devem ser monitorados de forma regular;
- o) melhoria Contínua: É necessária para que seja possível atender a demanda, obter novos padrões de qualidade e desenvolver inovações tecnológicas.

Recentemente, e principalmente a partir de 2013 (ver **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) a relevância do assunto *Lean Healthcare* vêm aumentando muito, o que se nota principalmente com o crescimento do número de trabalhos publicados e com a variedade de aplicações. Por exemplo Waring e Bishop (2010) implementam o *Lean Thinking* em um hospital britânico identificando, entre outros fatores, a importância de identificar os

desperdícios. Coelho et al. (2013) apresentam um estudo realizado no Instituto de Oncologia do Vale e aplicam VSM (*Value Stream Mapping*) e *Heijunka*. Pinto et al. (2013) também apresentam uma aplicação de VSM ao setor de radioterapia para tratamento de câncer assim como Teoria das filas ao Hospital Regional do Vale do Paraíba. No estudo de Vidal-Carreras Pilar et al. (2015) também se encontra uma aplicação de VSM. Eiro & Torres-Junior (2015) traz um estudo comparativo onde VSM, FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) e SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*) também são utilizados em diferentes instituições. É possível notar na literatura também alguns trabalhos que se propõem a efetuar estudos bibliométricos dando um panorama geral das tendências do tema, como são os estudos de Spagnol et al. (2013) e D'Andreamatteo et al. (2015). Entre os estudos mais comuns da metodologia é possível encontrar na literatura um *framework* geral para implementação do *Lean* em instituições de saúde é implementado (Yu et al., 2015), *Benchmarking* de melhores práticas (Narayanamurthy & Gurumurthy 2016), estudo de tempos e movimentos (Fisher et al., 2016), e 5S (Kanamori et al., 2015).

Assim, foi concluído pela revisão bibliográfica apresentada que técnicas de previsão de demanda (para prever demanda por atendimentos ou por materiais) com maior enfoque quantitativo para ajudar a evitar desperdícios não têm sido aplicadas em larga escala, inclusive não tendo sido encontrados trabalhos que fizessem uso de tais técnicas.

2.3 Lean Six sigma

Snee (2010) argumenta que o *Lean Six Sigma* funciona melhor que outras tentativas de se obter melhorias em processos hospitalares devido ao fato de integrar aspectos técnicos e aspectos humanos.

Processos com caráter técnico são aqueles em que ocorre algum processo de fabricação. Processos com um caráter administrativo ou de gestão são aqueles em que não existe transformação física. Normalmente as entradas de um processo com caráter técnico são: peças, montagens, matéria-prima e etc. Na fase de transformação temos o envolvimento de equipamentos, calibradores e ferramentas. A saída pode ser um produto final ou uma montagem. De acordo com Wilson (1998) neste tipo de processo o fluxo do produto é visível e tangível e as oportunidades para coleta de dados são diversas. No caso de processos administrativos é mais difícil visualizar o fluxo e as entradas, fase de transformação e saídas podem ser intangíveis. Como exemplo de processos administrativos temos a realização de uma venda por telefone, a elaboração de orçamento para um cliente, a realização de financiamento

imobiliário.

Para que seja possível a utilização do Seis Sigma é necessário que a parte do negócio estudada seja vista como um sistema e seja tratada como um processo. De acordo com Schroeder et al. (2008) a implementação de ferramentas oriundas do *LeanSix Sigma* resulta em um aumento de performance organizacional maior que ao se utilizar apenas de outras abordagens de qualidade.

Segundo Werkema (2012) uma das atuais tendências do Seis Sigma é a integração com o *Lean Manufacturing* de modo a se utilizar dos pontos fortes de ambas as estratégias. O *Design For Lean Six Sigma* (DFLSS) consiste em uma abordagem metodológica, que é caracterizada pela utilização conjunta de métodos estatísticos, de engenharia e de *Lean Manufacturing*. Normalmente é utilizado em estudos para criação de um novo produto ou processo e em redesenhos de processos.

De acordo com Bhat e Janesh (2012) qualquer processo pode incorporar a metodologia *Lean Six Sigma* devido ao fato de melhorias em qualidade e redução de desperdícios serem aplicados em qualquer processo. Segundo Antony et al. (2007) para a redução de custos operacionais em serviços de saúde é necessário a integração das metodologias *Six Sigma* e *Lean*, ou seja, aplicar a metodologia *Lean Six Sigma*. Conforme Ahmed et al. (2013) explica a metodologia *Lean Six Sigma* permite que as organizações que prestam serviços de saúde estabeleçam uma cultura de busca por aumentos de qualidade em seus serviços. Entretanto a aplicação desta metodologia no setor de saúde ainda está em fase inicial em diversos países.

De acordo com o estudo realizado por Bhat (2016) foi possível reduzir o tempo de preparação para a realização de procedimentos médicos de 19 para 8 minutos através da aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*, a equipe foi reduzida de 6 para 4 pessoas e esta redução gerou uma economia de 20 mil dólares por ano.

2.3.1 DMAIC

Segundo Dale et al. (2007) as fases da metodologia podem ser definidas da seguinte forma:

- a) *define*: Envolve a definição do escopo do projeto, os requisitos explicitados pelos clientes e suas expectativas;
- b) *measure*: Esta etapa inclui a determinação dos fatores do processo a serem melhorados, inclui também estruturas para acompanhamento da performance da situação atual;

- c) *analize*: São aplicadas técnicas que visam determinar a causa raiz do problema e entender os efeitos advindos;
- d) *improve*: está focado no uso de técnicas estatísticas para gerar possibilidades de redução dos efeitos do problema ou redução de problemas de qualidade e defeitos;
- e) *control*: nesta etapa são encontradas formas de realizar o processo de sustentabilidade das melhorias que foram obtidas na fase anterior.

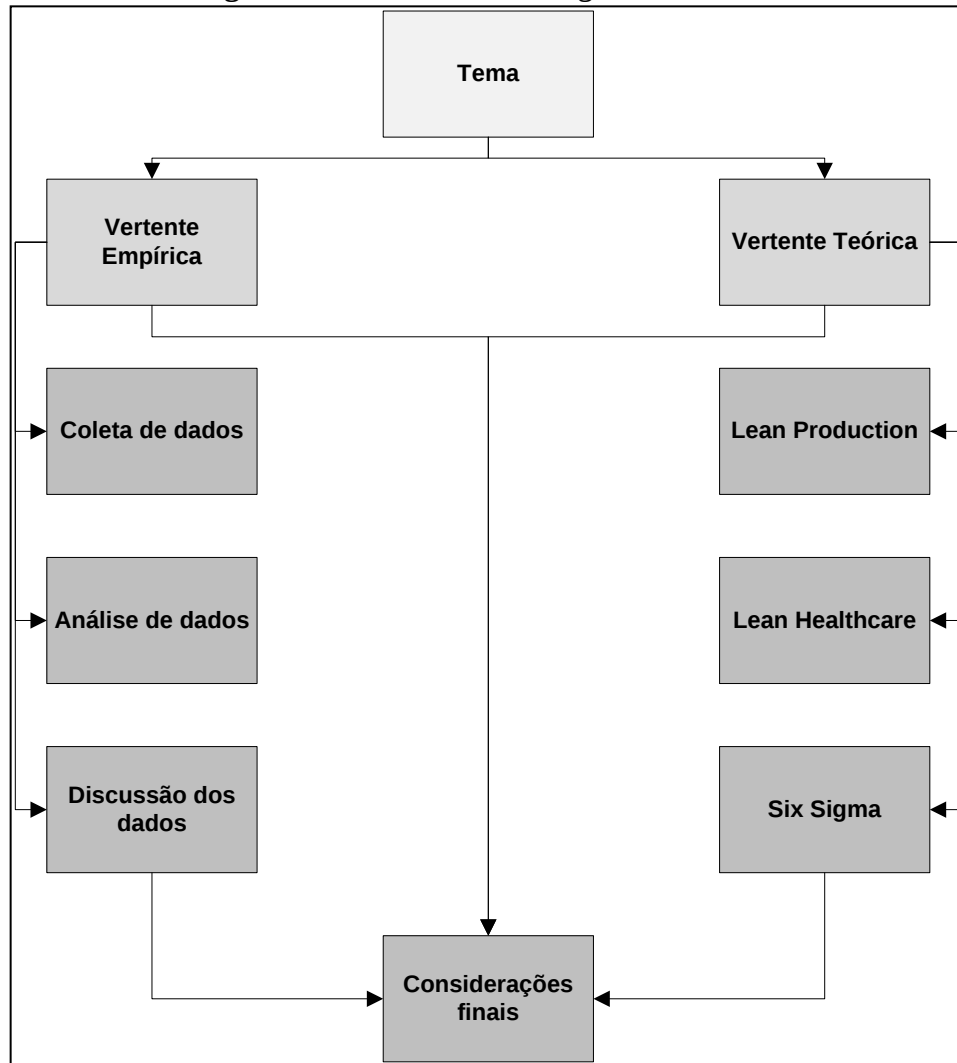
De acordo com Bezerra et al. (2010) o modelo de atuação do DMAIC possui relação com a metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) e se trata de um método de resolução passo a passo de problemas, ocorre o agrupamento de ferramentas de qualidade e estabelece uma rotina de resolução. Segundo Harry et al. (2010) a metodologia DMAIC apresenta uma rígida estrutura para resolução de problemas organizacionais e muitos autores reconhecem nesta característica a principal causadora da efetividade do método. . Tendo em vista a literatura consultada, pelo fato da metodologia PDCA se tratar de um método de resolução de problemas podemos afirmar que possui forte relação com as metodologias anteriormente abordadas e pela relação com o método DMAIC que é parte integrante do *Six Sigma*. Considerando o tema exato deste trabalho (Previsão de demanda como meio de viabilizar o *Lean Healthcare*) não foram encontrados trabalhos como mostrado anteriormente. Compusemos nossa revisão de literatura a partir da leitura de 20 artigos acadêmicos (*full paper*) encontrados pelos *strings* “*Lean Healthcare*” e “*Lean Healthcare*” AND “*DMAIC*”.

3 Metodologia

O trabalho é dividido em partes como é possível observar através da Figura 01. A vertente teórica do trabalho irá englobar assuntos referentes a *Lean Production*, *Lean Healthcare* e *Six Sigma*, são estudados artigos e livros que possuem relevância para o tema. Na etapa de seleção de casos foram pesquisados trabalhos na base de dados SCOPUS, por ser uma base de dados que indexa diversas outras bases de alta qualidade acadêmica. De forma a complementar o arcabouço conceitual, foram utilizados alguns livros de autores clássicos sobre os temas. O trabalho possui uma vertente empírica na qual ocorre coleta de dados do processo estudado, análise dos dados do processo e discussão. A união do conhecimento obtido através dos assuntos estudados na vertente teórica e da conclusão obtida no processo de coleta, análise e discussão de dados possibilita a etapa de considerações finais do trabalho. Nas considerações finais são mostradas as conclusões que foram obtidas e possibilidades de trabalhos futuros. O fluxograma da metodologia é detalhado na Figura 2. O trabalho desenvolvido se classifica como

um estudo de caso devido ao fato de realizar a observação de um fenômeno dentro de seu contexto sem haver clareza na distinção do evento estudado e seu real contexto.

Figura 2: Estrutura metodológica do trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores

A técnica de coleta de dados utilizada foi a pesquisa documental. Os documentos analisados durante este trabalho incluem:

- a) Memorandos;
- b) Manuais de aquisição de materiais e recebimento de materiais;
- c) Solicitações de aquisição;
- d) Relatórios de estoque;
- e) Fluxogramas de processos.

Os mesmos foram escolhidos devido ao fato de terem relação com o processo de gestão do hospital e os mesmos poderiam indicar se existe algum tipo de iniciativa de realizar a

previsão do número de atendimentos.

A etapa de análise de dados é feita através da ferramenta DMAIC do *Six Sigma*. Na primeira etapa da ferramenta, a etapa D são levantados os dados de interesse, ou seja, o número de atendimentos realizado em uma determinada especialidade médica, a definição do problema estudado é realizada através da utilização de ferramentas da qualidade, neste caso o SIPOC e diagrama de Ishikawa, através da utilização das ferramentas qualitativas da etapa anterior fica evidente a necessidade de se partir para técnicas de análise quantitativa. Na segunda e terceira etapa é realizada análise de dados da fase em que encontra o processo, é utilizada a técnica de repetição devido ao fato de não haver no momento a utilização de alguma técnica de previsão do número de atendimentos e ser possível criar algum tipo de base de comparação. Na quarta etapa da ferramenta são aplicadas as técnicas de previsão. Na última etapa da ferramenta, são demonstradas ações de controle a serem implementadas, bem como a comparação da situação do processo após a melhoria e anterior a melhoria.

4 Estudo de caso

4.1 Caracterização da unidade

O estudo de caso foi realizado em um hospital da rede pública federal do estado do Rio de Janeiro. Tendo sido inaugurado em 1945 como uma clínica de atendimento, em 1967 já como um hospital passa a integrar a rede de atendimento do Instituto Nacional de Previdência Social (INPS). Em 1993 o hospital passa a fazer parte da rede do Ministério da Saúde, após a dissolução do INPS. No ano 2000 com a municipalização o hospital passa a ser gerenciado pela prefeitura, em 2006 o hospital volta a integrar a rede pública federal após processo de intervenção. No ano de 2015 o hospital contava com um número médio de 377 leitos instalados, e o número médio de leitos operacionais era de 291. Entre as principais áreas assistenciais estão: atendimento a queimados, cirurgia vascular, neurocirurgia, cirurgia plástica e oncologia de média e baixa complexidade.

4.2 Aplicação do DMAIC

4.2.1 Fase Definir

Na primeira fase do projeto de estudos e implementação de técnicas de *leansix sigma* é

realizada a definição da situação problemática e para isto são aplicadas as ferramentas SIPOC e Diagrama Ishikawa. O SIPOC é composto por 5 etapas: S (*Suppliers*), são os fornecedores no processo, I (*Inputs*) são as entradas do processo, P (*Process*) se trata da descrição do processo, O (*Outputs*), se trata das saídas e produtos do processo e C (*Customers*), clientes e consumidores do processo. No quadro 2 segue o resultado da aplicação do SIPOC.

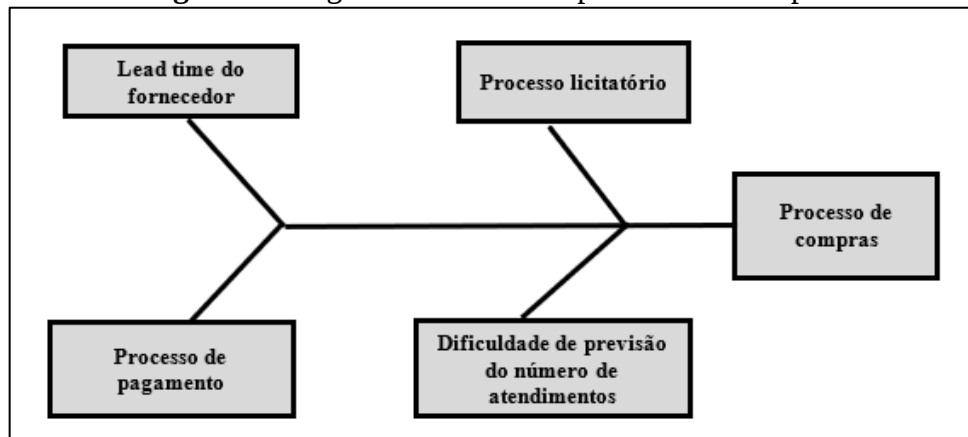
Quadro 2: Aplicação do SIPOC

S	I	P	O	C
Mercado	Materiais médicos	Compras spot e através de contratos	Tratamentos médicos	Pacientes
Mercado	Medicamentos	Compras spot e através de contratos	Tratamentos médicos	Pacientes
Mercado	Serviços terceirizados (limpeza e segurança)	Contratos	Coleta de lixo, segurança patrimonial	Pacientes e população do hospital
Ministério da saúde	Recursos humanos próprios (médicos e enfermeiros)	Concurso público	Consultas, cirurgias e etc.	Pacientes
Mercado	Materiais gerais	Compras spot e através de contratos	Gestão do hospital	Pacientes e população do hospital

Fonte: Os autores

O diagrama *Ishikawa* ou espinha de peixe é apresentada na Figura 3. Nela são demonstradas as causas para a ineficiência no processo de compras. A necessidade de realizar um processo licitatório para aquisição de materiais contribui para deixar o processo mais lento, dificuldades em determinar o número de atendimentos no futuro gera em alguns casos estoque excessivo de alguns itens e falta de outros itens, variação no *lead time* do fornecedor também pode gerar estoque excessivo de itens ou falta, lentidão no processo de pagamento de fornecedores.

Figura 3: Diagrama Ishikawa do processo de compras



Fonte: Os autores

Neste trabalho a causa do problema apontada pelo diagrama de causa e efeito que será explorada é a previsão do número de atendimentos em virtude dos dados obtidos.

4.2.2 Fase Medir e Analisar

Para a realização do estudo de previsão de número de atendimentos foi escolhida especialidade cardiologia. Esta especialidade foi escolhida devido ao fato de possuir relação com o processo de envelhecimento da população. A amostra estudada compreende o número de consulta realizados nos anos de 2014, 2015 e os meses até julho de 2016, foram utilizados estes dados devido ao fato de não ter sido possível obter dados anteriores ao período descrito pois o hospital não os possuía. Estes dados são demonstrados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 2: Número de atendimentos

<i>Número de consultas por mês - Cardiologia</i>					
jan/14	221	jan/15	120	jan/16	77
fev/14	123	fev/15	128	fev/16	54
mar/14	96	mar/15	195	mar/16	120
abr/14	50	abr/15	137	abr/16	60
mai/14	91	mai/15	204	mai/16	168
jun/14	169	jun/15	221	jun/16	185
jul/14	272	jul/15	151	jul/16	299
ago/14	172	ago/15	256		
set/14	225	set/15	229		
out/14	350	out/15	190		
nov/14	281	nov/15	234		
dez/14	240	dez/15	221		

Fonte: Dados obtidos junto ao hospital

Como não foi reportado o uso de nenhuma técnica da previsão, não dispúnhamos de uma base de comparação para aplicação de outras técnicas. Assim, para criar uma base de comparação, consideramos a técnica mais simples possível, que seria adotar como previsão do mês seguinte o número exato de consultas do mês anterior (repetindo assim o número do período anterior). Chamamos esta técnica de “Repetição” por se tratar de uma técnica ingênua, quem mesmo sem embasamento teórico, por vezes é utilizada por analistas que imaginam que a demanda irá se repetir. Assim, a título de comparação, julgamos que o mínimo desempenho que uma técnica aplicada neste trabalho deve obter é superar em termos de desempenho essa repetição do período anterior. Para verificar a efetividade desta técnica são utilizados os indicadores MAD (*MeanAbsoluteDeviation*) e MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Os dados são apresentados na Tabela 3. Em cada linha respectivamente são apresentados os desvios absolutos e percentuais e na última linha da tabela o MAD e o MAPE.

Tabela 3: Aplicação da técnica "Repetição"

(continua)

<i>Períodos</i>	<i>Cardiologia</i>	<i>Previsão</i>	<i>MAD</i>	<i>MAPE</i>
jan/14	221			
fev/14	123	221	98	79,67%
mar/14	96	123	27	28,13%
abr/14	50	96	46	92,00%
mai/14	91	50	41	45,05%
jun/14	169	91	78	46,15%
jul/14	272	169	103	37,87%
ago/14	172	272	100	58,14%
set/14	225	172	53	23,56%
out/14	350	225	125	35,71%
nov/14	281	350	69	24,56%
dez/14	240	281	41	17,08%
jan/15	120	240	120	100,00%
fev/15	128	120	8	6,25%
mar/15	195	128	67	34,36%
abr/15	137	195	58	42,34%
mai/15	204	137	67	32,84%
jun/15	221	204	17	7,69%
jul/15	151	221	70	46,36%
ago/15	256	151	105	41,02%
set/15	229	256	27	11,79%
out/15	190	229	39	20,53%
nov/15	234	190	44	18,80%

dez/15	221	234	13	5,88%
(conclusão)				
<i>Períodos</i>	<i>Cardiologia</i>	<i>Previsão</i>	<i>MAD</i>	<i>MAPE</i>
jan/16	77	221	144	187,01%
fev/16	54	77	23	42,59%
mar/16	120	54	66	55,00%
abr/16	60	120	60	100,00%
mai/16	168	60	108	64,29%
jun/16	185	168	17	9,19%
jul/16	299	185	114	38,13%
Valores finais para MAD e MAPE			64,93	45,07%

Assim, ao final da aplicação de técnicas de previsão de demanda é esperado conseguir valores de MAD e MAPE inferiores aos supracitados.

4.2.3 Fase Improve

A técnica do Seis Sigma DFLSS (*Design For Lean Six Sigma*) é utilizada para previsão de demanda, normalmente utilizada para realização de estudos de mercado voltado para desenvolvimento de novos produtos. A técnica de previsão é escolhida através dos indicadores MAD e MAPE, quanto menores os valores, mais eficiente se mostra a técnica de previsão de número de consultas. Nas seções seguintes são apresentadas as técnicas matemáticas empregadas bem como as equações das técnicas de regressão utilizadas.

4.2.3.1 Média móvel simples

A técnica de média móvel simples é utilizada para previsão de dados em um período único de tempo, exemplificando: ao se utilizar os dados referentes aos meses de 2014, 2015 e até julho de 2016 é possível realizar a previsão para um único período subsequente, que é o período de agosto de 2016, conforme equação 1. São utilizadas médias móveis para 2, 3 e 4 períodos. As mesmas serão denominadas de MMS (2), MMS (3) e MMS (4).

$$MMSn = \frac{x_n + \dots + x_{n-1}}{n} \quad \text{Equação 1}$$

4.2.3.2 Média móvel exponencial

A técnica de média móvel exponencial é utilizada para previsão de dados em um período único de tempo, exemplificando: ao se utilizar os dados referentes aos meses de 2015 é possível realizar a previsão para um único período do ano subsequente, que é o período de janeiro de 2016. Diferente da técnica anteriormente aplicada, neste caso é necessário a utilização de um fator denominado de alfa. Este fator varia entre 0 e 1, neste trabalho serão utilizados 3 valores para alfa: 0,1; 0,5 e 0,9. Segue a equação utilizada para cálculo da média móvel exponencial, o que é demonstrado na equação 2.

$$MMEXP = x_n \alpha + (1 - \alpha)x_{n-1} \quad \text{Equação 2}$$

Entre os valores de alfa utilizados na técnica de média móvel exponencial o que apresentou melhor desempenho foi o 0,9 representado pelo símbolo de MMEXP (3), devido ao fato de ter apresentado menor MAD e MAPE, sendo assim o valor para previsão de consultas para o período de agosto/2016 é de 287.

4.2.3.3 Regressão polinomial

Regressões polinomiais são utilizadas em casos em que se procura estudar um conjunto de dados e encontrar uma equação composta por polinômios que descreva da maneira mais próxima possível da realidade aquele conjunto de dados. São utilizadas regressões polinomiais de grau 2, 3, 4, 5 e 6. De forma distinta das técnicas de previsão de dados que se utilizam de médias moveis em que é possível determinar dados futuros para apenas um período subsequente, nas técnicas baseadas em regressão é possível determinar dados futuros de 2 ou mais períodos subsequentes. Na Tabela 4 são apresentadas as equações utilizadas e o R^2 .

Tabela 4: Equações das regressões e R^2

Técnica	R^2	Equação
RPOL(2)	5,05%	$y = -0,23506548x^2 + 7,56040171x + 136,69299221$
RPOL(3)	13,05%	$y = 0,03783356x^3 - 2,05107614x^2 + 31,17610699x + 68,77419355$
RPOL(4)	24,37%	$y = 0,00581142x^4 - 0,33409749x^3 + 5,68392740x^2 - 25,91530903x + 173,10085280$
RPOL(5)	24,70%	$y = 0,00012850x^5 - 0,00446856x^4 - 0,03919049x^3 + 2,05509353x^2 - 8,22294495x + 150,03257181$
RPOL(6)	60,00%	$y = 0,00017496x^6 - 0,01666776x^5 + 0,61067843x^4 - 10,74298672x^3 + 91,43812246x^2 - 323,49478841x + 466,97793322$

O polinômio que teve melhor desempenho foi o de grau 6, tendo apresentado os menores valores de MAD e MAPE. Os dados previstos de consultas para o mês de agosto de 2016 é 650.

4.2.3.4 Comparativo entre os métodos de previsão

Todos os métodos de previsão utilizados neste estudo de caso possuem em comum os indicadores desvio médio absoluto e desvio médio percentual, respectivamente MAD e MAPE. Na Tabela 5 são apresentados os indicadores de erro para todos os métodos de previsão.

Tabela 5: Comparativo entre os métodos de previsão

Técnica	MAD	MAPE
RPOL(6)	39,68	29,67%
RPOL(5)	53,95	41,07%
RPOL(4)	54,26	41,29%
MMEXP(3)	62,2	43,90%
Técnica Repetição	64,93	45,07%
MMEXP(2)	61,08	47,17%
RPOL(3)	58,23	47,40%
MMS(3)	62,19	47,67%
MMS(2)	65,41	48,19%
MMS(4)	68,61	49,01%
RPOL(2)	59,43	49,02%
MMEXP(1)	63,34	57,15%

Entre os métodos de previsão estudados para este conjunto de dados o que apresenta melhor desempenho foi o de regressão polinomial de 6º grau, tendo apresentado os menores valores de MAD e MAPE. Avaliando os indicadores de erro da técnica escolhida e da técnica de referência é possível afirmar que com a regressão polinomial de grau 6 é possível reduzir o erro de previsão de consultas em 15,4%. Cabe ressaltar também que tampouco a técnica repetição pode ser considerada a pior de todas. Na realidade, esta técnica se mostra melhor do que 7 técnicas consideravelmente mais complexas testadas. Ressalta-se também, que o conjunto de dados analisado pode ser considerado pequeno (inferior a 36 períodos) para aplicação de técnicas que considerem sazonalidade.

4.2.5 Fase Controle

No intuito de atenuar os efeitos da variação da demanda é necessário estabelecer métodos de controle. É importante que a previsão de demanda seja realizada de maneira

periódica, com intuito de validar os métodos utilizados no novo conjunto de dados. Deve-se observar que nem sempre o método que no período anterior demonstrou o melhor comportamento através de menores MAD e MAPE irá se mostrar o melhor modelo de previsão no período em estudo, o conjunto de dados é mutável e é de extrema importância que seja atualizado periodicamente.

Como ação de padronização e garantia da utilização dos métodos de previsão é importante implementar planilhas automatizadas em que o usuário irá apenas inserir o conjunto de dados e escolher o valor do dado previsto através dos indicadores de MAD e MAPE.

5 Conclusões

O *Lean Healthcare* adapta e utiliza de técnicas comumente empregadas na indústria para a obtenção de melhorias nas atividades de âmbito hospitalar. Posteriormente a aplicação das técnicas de previsão de demanda para o número de atendimento é possível realizar o nivelamento da capacidade instalada e o nivelamento de trabalho entre os profissionais de saúde. Desta forma é possível planejar atividades de manutenção em equipamentos como tomógrafos, máquinas de hemodiálise, entre outros; planejar necessidades de adequação e aquisição de leitos.

Como mostrado pela revisão de literatura (evidenciado pela busca na base SCOPUS), não foi possível localizar trabalhos que unissem o arcabouço teórico da metodologia *Lean* com técnicas quantitativas de previsão de demanda, neste sentido este trabalho traz uma contribuição que possibilita reduzir o *gap* de estudos no que diz respeito às duas áreas do conhecimento fornecendo aos pesquisadores uma alternativa extra.

Exposto as possibilidades que a técnica empregada do *Lean Six Sigma* permite nas atividades de planejamento de manutenção de equipamentos, planejamento de capacidade operacional, entre outras atividades pertinentes no dia a dia de uma unidade de saúde fica evidente que a metodologia Seis Sigma é capaz de gerar ganhos quando aplicada na área de saúde, nesse caso mais especificamente no processo de previsão de demanda por atendimento na unidade estudada.

O método DMAIC apresentado no trabalho é capaz de trazer ganhos para o processo estudado visto que a metodologia busca formas de lidar com a variabilidade presente no processo. Os ganhos podem ser visualizados ao levar em conta os indicadores de erro que são evidenciados sem a utilização de técnica alguma e os indicadores que são menores em algumas das técnicas de previsão que foram abordadas no trabalho. A consequência para outras áreas é

que este processo de previsão irá permitir que ocorra aumento do nível de serviço que irá auxiliar no planejamento de outras atividades operacionais e administrativas da unidade de saúde que foi objeto de estudo.

Cabe ainda ressaltar que o DMAIC possui ainda um conjunto de outras técnicas e ferramentas que podem ser utilizadas para gerar melhorias em problemas de diversas naturezas. Especificamente no estudo de caso apresentado, convergimos para o uso de técnicas que fornecessem maior embasamento teórico para pedidos de materiais tomando como base o número de consultas realizadas. Tais técnicas podem ajudar os setores administrativos de hospitais a reduzirem seus desperdícios. No campo acadêmico, esta pesquisa traz um estudo de utilização da previsão de demanda por consultas, objeto de estudo que não foi localizado na literatura.

Como recomendação de estudos posteriores sugere-se a realização de estudos que relacionem a previsão de consultas com as necessidades de aquisição de materiais, podendo inclusive realizar cruzamento dos dois tipos de dados e verificar inconsistências e aproximações entre as técnicas de previsão empregadas para os dois conjuntos de dados.

Agradecimentos

Agradecemos ao Hospital Federal do Andaraí que abriu as portas e forneceu os dados para tornar este estudo possível. Agradecemos profundamente aos dois revisores anônimos pela leitura e análise detalhada deste artigo com contribuições e comentários que nos atentaram para alguns fatos que possibilitaram melhorar imensamente este trabalho.

Referências

Ahmed, S., Manaf, N.H.A., & Islam, R. (2013). Effects of Lean Six Sigma application in healthcare service. Review on Environmental Health.

Amirahmadi, F., Dalbello, A., Gronseth, D., & MCCARTHY, J. (2007) Innovations in the Clinical Laboratory: An overview of Lean Principles in the Laboratory. EUA: Mayo Clinic.

Antony, J. (2012). A SWOT analysis on Six Sigma: some perspectives from leading academics and practitioners. International Journal of Productivity and Performance Management.

Antony, J., Downey-Ennis, K., Antony, F., & SEOW, C. (2007) Can Six Sigma be the ‘cure’ for our ‘ailing’ NHS?, Leadership in Health Services.

Araujo, C.A.S. (2005). Fatores a serem gerenciados para o alcance da qualidade para os clientes internos: um estudo em um conjunto de hospitais brasileiros. UFRJ/COPPEAD, Rio de Janeiro.

Bertani, T, M. A. (2010). saúde enxuta – LeanHealthcare. Disponível em: http://www.hominiss.com.br/sites/default/files/teses_artigos/Artigo-Saude_enxuta.pdf. Acesso em: 31/03/2017.

Bezerra, C, I, M., Adriano, A, B, A., Placido, L,S., & Gonçalves, M,G,S. (2010). Mini DMAIC: an approach to causal analysis and resolution in software development projects. Quality Management and Sis Sigma, August.

Bhat, S., Gijo, E, V., & Jnanesh, N, A. (2016). Productivity and performance improvement in the medical records departamento of a hospital: Anaplication of lean Six Sigma. International Journal of Productivity and Performance Management.

Bhat, S., & Jnanesh, N.A. (2012). Transforming higher education with Lean SixSigma. HEF's Indian Journal of Higher Education.

Coelho, S.M., Pinto, C. F., Calado, R, D., & Silva, M, B. (2013). Process improvement in a cancer outpatient chemotherapy unit using lean healthcare, IFAC.

D'andreamatteo, A., Ianni, L., Lega, F., & Sargiacomo, M. (2015). Lean in healthcare: A comprehensive review. *Health Policy*.

Dale, B,G., Wiele, T., & Iwaarden, J. (2007). Managing Quality 5th Ed; Blackwell Publishing Ltd, Oxford.

Eiro, N.Y., & Torres-Junior, A.S (2015). Comparative study: TQ and Lean Production ownership models in health services. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*.

Faria, P, A, D., & Tavares, P, R. (2013). LeanHealthcare: Um estudo sobre a aplicação do pensamento enxuto em serviços de saúde. Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Fisher, A.M., Ding, M,Q., Hocheiser, H., & Douglas, G,P. (2016). Measuring time utilization of pharmacists in the Birmingham Free Clinic dispensary. *BMC Health Services Research*.

Graban, M. (2009). Lean Hospitals: Improving Quality, Patient Safety, and Employee Satisfaction. Nova York: Taylor & Francis Group.

Harry, M, J., Mann, P, S., DE Hodgins, O, C., Hulbert, R, L., & Lacke, J, C. (2010). Practioners Guide to Statistics and Lean Six Sigma for Process Improvement. Wiley, New York, NY.

Hines, P., & Taylor, D. (2000). Going lean: a guide to implementation. Cardiff Lean Enterprise Research Center.

Kanamori, S., Sow, S., Castro, M,C., Matsuno, R., Tsuru, A., & Jimba, M. (2015). Implementation of 5S management method for lean healthcare at a health center in Senegal: A qualitative study of staff perception. *Global Health Action*.

Kumar, S., Choe, D., & Venkataramani, S. (2013). Achieving customer service excellence using lean pull replenishment. *International Journal of Productivity and Performance Management*.

Laboissière, P. (2014). Mais de 90% dos brasileiros estão insatisfeitos com saúde pública e privada. EBC.

Liker, J. K. (2005). O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre, Bookman.

Mcgrath, K., Bennett, D., Ben-Tovim, D., Boyages, S., Lyons, N., & O'connel, T. (2008). Implementing and sustaining transformational change in healthcare: lessons learn about clinical process redesign. *The medical Journal of Australia*.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, 2016. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/> Acesso em 30/03/2017.

Narayanamurthy, G., & Gurumurthy, A. (2016). Benchmarking Lean Practices and Performance Measures of a Hospital.

Ohno, T. (1997). Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre. Editora Bookman.

Pinto, C.F., Coelho, S. M., Calado, R. D., & Silva, M. B. (2013). Access improvement using lean healthcare for radiation treatment in a public hospital. IFAC. 2013.

Schroeder, R., G., Linderman, K., Liedtke, C., & Choo, A. S. (2008). Six Sigma: Definition and underlying theory. *Journal of Operations Management*.

Snee, R. D. (2010). Lean Six Sigma – getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*.

Souza, L. B., & Archibald, A. (2008). The use of lean thinking to reduce LOS in elderly care. *Proceedings of the Operational Research Applied to Health Services Conference*, Toronto.

Spagnol, G.S., Min, L.L., & Newbold, D. (2013). Lean principles in healthcare: An overview of challenges and improvements. IFAC.

Vidal-Carreras, P., Garcia, S. J., Marin, A., & Sabater, J. (2015). Value stream mapping on healthcare. *2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM)*, (October).

Waring, J.J., & Bishop, S. (2010). Lean healthcare: Rhetoric, ritual and resistance. *Social Science and Medicine*.

Werkema, C. (2012). Design For LeanSix Sigma: ferramentas básicas usadas nas etapas D e M do DMADV. Rio de Janeiro. Editora Elsevier.

Wilson, M. P. (1998). Seis Sigma: Compreendendo o conceito, as implicações e os desafios. Rio de Janeiro, Editora Qualitymark.

Womack, J. P. (2005). *Going Lean in Healthcare*. Innovation Series, Institute for Healthcare Improvement.

Womack, J.P., & Jones, D.T. (2004). *A Mentalidade Enxuta nas Empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus.

Yu, T., Demirli, K., Bhuyyan, N. (2015). General framework for lean transformation of hospitals. *IEOM 2015 - 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding*.