

Análise da variabilidade dos tempos no *Lean Healthcare*: um estudo de caso em um pronto socorro brasileiro^{1,2}

Analysis of time variability in Lean Healthcare: a case study in a Brazilian emergency room^{1,2}

Ricardo de Carvalho Turati* – ricardo.turati@ufms.br
Marcel Andreotti Musetti** – musetti@sc.usp.br

* Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - (UFMS), Três Lagoas, MS

** Universidade de São Paulo – (USP), São Carlos, SP

Article History:

Submitted: 2017 - 06 - 19

Revised: 2017 - 06 - 28

Accepted: 2017 - 07 - 18

Resumo: o *Lean Healthcare* tem sido frequentemente utilizado como estratégia para as atividades de melhoria operacional em hospitais. Neste sentido, este artigo tem como objetivo apresentar uma abordagem estatística aplicada em situações existentes nos processos hospitalares, mais especificamente um pronto socorro de um hospital brasileiro. A AET (Abordagem Estatística dos Tempos) consiste na construção de intervalos de confiança para a média, por meio do uso da distribuição *t de Student*. Os resultados dessa aplicação foram apresentados em um estudo de caso realizado em um pronto socorro. Os resultados da aplicação da AET demonstraram que a variabilidade nos tempos das atividades e de esperas podem afetar diretamente os esforços de melhoria envolvidos. O caso pesquisado também evidencia que obter a padronização do trabalho em ambientes hospitalares pode demandar muito mais esforços do que em ambientes de manufatura.

Palavras-chave: *Lean Healthcare*; Processos Hospitalares; Variabilidade de Processos

Abstract: Lean Healthcare has often been used as a strategy for operational improvement activities in hospitals. In this sense, this article aims to present a statistical approach applied in existing situations in hospital processes, more specifically, a first aid hospital in Brazil. The TSA (Time Statistical Approach) consists of the construction of confidence intervals for the mean, through the use of the Student t distribution. The results of this application were presented in a case study carried out at a first aid center. The results of the TSA application have shown that variability in activity and wait times can directly affect the improvement efforts involved. The case study also shows that obtaining the standardization of work in hospital environments may require much more effort than in manufacturing environments.

Key words: Lean Healthcare; Hospital Processes; Process Variability

¹ O artigo é resultado de tese de doutorado.

² Aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS, conforme parecer nº 559.549, relatoria de 18/03/2014.

1. Introdução

Dentre os conceitos e práticas para a melhoria de processos em hospitais, o *Lean Healthcare* tem apresentado um conjunto de métodos e práticas para elevar o desempenho e garantir que o fluxo do processo hospitalar possa ser mais eficiente. Dentre a análise proposta pelo *Lean Healthcare*, a redução dos *lead times* de atendimento e a eliminação da necessidade de realizar procedimentos mais de uma vez devido a falhas no gerenciamento, são algumas das situações existentes em hospitais que podem ser melhoradas (Grove *et al.*, 2010b).

Uma das grandes vantagens do *Lean Healthcare* é a visão de eliminação de desperdícios e a criação e identificação do valor dentro dos processos hospitalares. De um lado o *Lean Healthcare* possui uma grande ênfase na eliminação sistemática de desperdícios e formas para garantir que o processo possa ser executado com mais eficiência, principalmente após uma implementação, o que poderia gerar grande aumento na produtividade, sem carregar com mais trabalho as pessoas envolvidas no processo. De outro lado, encontram-se os hospitais, onde nota-se a oportunidade de aplicar e implementar tais conceitos de modo a identificar e eliminar desperdícios identificados (Young e McClean, 2008).

Apesar de o conjunto de conceitos, práticas e ferramentas da Produção Enxuta aplicados ao ambiente da saúde ter sido rotulado por *Lean Healthcare*, as principais práticas e os mecanismos de gerenciamento continuam os mesmos, ou seja, houve pouco ajuste nas ferramentas propriamente ditas, ficando a cargo do pesquisador aplicar diretamente ferramentas gerenciais sem qualquer atenção à realidade existente quanto a variação dos tempos em um hospital. Apesar da contribuição de autores como Zanchet, Saurin e Missel (2007), Taninecz (2007) e Bowen e Youngdahl (1998), a aplicação dos conceitos Produção Enxuta em setores da saúde são reportados com a aplicação direta das ferramentas de gestão, sem qualquer adaptação, quando considerada a realidade de um hospital. Trabalhos de Bertani (2012) e Henrique (2013) descrevem a proposição de métodos ou de recomendações para a aplicação dos conceitos do *Lean Healthcare* em ambientes hospitalares. Essas propostas apesar de apresentarem os enfrentamentos observados na aplicação do *Lean Healthcare*, ainda permanecem vinculadas diretamente à visão de gerenciamento de operações em manufatura.

Muitos dos problemas em hospitais estão vinculados à variabilidade decorrente de falta de padronização de procedimentos nos processos. Essa falta de padronização pode desencadear a geração da variabilidade dos tempos em diversos setores, o que interferiria em todo o desempenho do processo. Atividades passíveis de padronização podem colaborar com

processo de estabilização do tempo de execução dos processos, como da triagem de pacientes, por exemplo. Independente da atividade no hospital, a questão central deve estar sobre o porquê ocorre a variabilidade dos tempos e quais as alternativas possíveis para reduzi-la. A padronização do trabalho é uma das formas de reduzir essa variabilidade, porém são necessárias outras maneiras de auxiliar neste processo.

Os dimensionamentos dos tempos têm grande relevância no *Lean Healthcare*. São usados constantemente na prática de elaboração do mapa do fluxo de valor, para quantificar tempos do processo, de transporte, de espera e outros. Apesar de sua utilização, os valores são utilizados frequentemente na manufatura na forma determinística, baseado em um tempo padrão de operação. Isto não significa que esta seja uma abordagem ruim ou que deve ser desconsiderada. Mas o fato é que há em muitos processos hospitalares variabilidade nos tempos, e isso pode gerar desperdícios no processo. Nestas situações, uma abordagem que considera estas variações deve ser recomendada (Jimmerson, 2010; Grove *et al.*, 2010a, 2010b).

Cabe ressaltar que a proposta do presente artigo foi norteada pelo desenvolvimento de uma análise da variabilidade que não dependesse de um grande esforço computacional para sua utilização, como a utilização de software específico e caro, ou mesmo que requeresse um rigoroso tratamento matemático antes mesmo de ser colocado em prática. Estas duas últimas situações tornariam a proposta deveras longa e trabalhosa, o que poderia ser considerada inapropriada para muitos dos usuários do *Lean Healthcare*. Por isso, a proposta deste artigo apresenta uma alternativa para avaliar e identificar a variabilidade dos tempos das atividades, baseada em uma abordagem acessível, sem a necessidade de um exaustivo esforço computacional. O uso desta abordagem deve ser recomendado onde a variabilidade dos tempos representam riscos potenciais na qualidade do serviço prestado. Deif (2012) destaca que a variabilidade dos tempos é a causa principal dos transtornos gerados em um processo, principalmente quando relacionados à confiabilidade e ao nível de serviço fornecido. Hopp e Spearman (2008) também afirmam que há variabilidade em qualquer sistema produtivo e que ela pode causar um significativo impacto no desempenho do processo.

A análise da variabilidade dos tempos de processamento das atividades não é algo recente no ambiente hospitalar. Trabalhos como de Collar *et al.* (2012), Smith *et al.* (2013), Vermeulen *et al.* (2014) e Tejedor-Panchón *et al.* (2014) descrevem o esforço na redução da variabilidade dos tempos, destacando a variação antes e depois das aplicações de melhoria.

Porém, não é apresentada uma abordagem ou ao menos um método para conduzir o processo de redução da variabilidade dos tempos orientados pelo *Lean Healthcare*.

Desse modo, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma aplicação de uma Abordagem Estatística dos Tempos (AET), como alternativa para auxiliar na identificação da variabilidade dos tempos em ambientes hospitalares. Como forma de evidenciar os benefícios da AET, bem como o método para quantificá-la, foi realizado um estudo de caso no setor de pronto socorro de um hospital brasileiro.

2. Revisão bibliográfica

O *Lean Healthcare* demonstrou ser uma forma efetiva de melhoria em organizações voltadas à saúde e um número crescente de implementações e pesquisas sobre sua aplicação tem se destacado na literatura. Aparentemente, os principais aspectos-chaves que indicam o *Lean Healthcare* ser mais adaptável em setores da saúde ao invés de outras abordagens de melhoria, são o estímulo ao encorajamento e participação da equipe de funcionários e os conceitos utilizados, como as melhorias contínuas e incrementais (Brandão de Souza, 2009). Assim, ele tem ganhado atenção dos especialistas e profissionais da área de gestão na saúde não porque é uma nova forma de gerenciamento ou uma moda, mas porque tem demonstrado que bons resultados são obtidos e que há sustentabilidade dos resultados alcançados.

Diante deste contexto, serão destacadas a seguir as contribuições existentes na literatura sobre a aplicação do *Lean Healthcare* no que tange ao tratamento e análise dos tempos das atividades, finalizando com a proposta da Abordagem Estatística dos Tempos (AET), utilizada como base para o estudo de caso relatado neste artigo.

2.1 Abordagem determinística dos tempos

Os autores Baker e Taylor (2009), do *Lean Institute* no Reino Unido, em seu manual *Make Hospitals Works*, apresentam a utilização dos tempos nos hospitais, da mesma forma como ocorre na manufatura, ou seja, o tempo é baseado em uma medida padrão, definido pela engenharia de métodos, normalmente orientado pela média dos tempos coletados. Apesar das sugestões e propostas de aplicação dos conceitos, o material elaborado pelos autores utiliza as bases conceituais da manufatura enxuta. São poucas as adaptações apresentadas. Quanto à medida do tempo, o material conduz o leitor a utilizar a mesma metodologia empregada nos ambientes industriais em hospitais, ou seja, novamente somente a média. Mesmo considerada como uma importante contribuição, esta referência descreve como enxergar os conceitos da

manufatura enxuta podem ser aplicados em hospitais, porém não apresenta alguma metodologia específica para o *Lean Healthcare*. Uma das limitações concentra-se exatamente na utilização dos tempos, o que inclui obter esse tempo via catálogos de equipamentos ou novamente, pela média. Diante destas colocações, esta abordagem considerou de maneira superficial a variabilidade nos tempos nas atividades hospitalares.

Outra consideração importante sobre a utilização da média para determinar o tempo das atividades ou de esperas é que a maioria dos autores relacionados ao estudo da manufatura enxuta utiliza esse método, quer seja em hospitais ou na manufatura. Rother e Shook (2003) usam o critério da média para aplicar na manufatura, Tapping e Shuker (2003) usam para determinar os tempos no ambiente administrativo e financeiro, ou ainda em Bertani (2012) que apresenta a aplicação do *Lean Healthcare* em hospitais e Henrique (2015) que propõe um modelo de Mapa do Fluxo de Valor, também em hospitais. Porém, da mesma forma que os primeiros, os dois últimos autores também baseiam as análises apenas pela média dos tempos para as situações por eles pesquisadas.

Sobre a análise teórica desta contribuição cabe ressaltar ainda os autores Tapping *et.al.* (2009). Estes autores seguem o mesmo raciocínio de Baker e Taylor (2009), ignorando o comportamento da variabilidade dos tempos. Assim, as duas contribuições apresentam uma forma de aplicação do *Lean Healthcare* em hospitais, porém negligenciam a variabilidade dos tempos existentes nas diversas situações hospitalares.

A proposta de apresentação dos tempos pela média (apenas um único valor), desconsiderando as variações naturais dos tempos, passará a ser designada neste trabalho como Abordagem Determinística dos Tempos (ADT). Assim, a contribuição de Baker e Taylor (2009) e Tapping *et al.* (2009) utilizam uma ADT como forma de representação do tempo nas atividades hospitalares.

2.2 Abordagem da faixa de agregação de valor

Uma primeira contribuição e neste caso, não se pretende definir um processo de sistematização do conhecimento, mas sim estabelecer um marco nas contribuições dos referenciais teóricos sobre a análise da variabilidade dos tempos no *Lean Healthcare*, começou com Amy Grove, da Universidade Warwick, no Reino Unido. Grove *et al.* (2010b) apresentam o uso da média na quantificação dos tempos de processo, porém introduz o conceito de faixas de tempos e, portanto, faixas de agregação de valores nos processos hospitalares. Essas faixas referem-se aos tempos, sendo estabelecido da seguinte forma: A

média dos tempos, baseado no cálculo da média do conjunto de tempos coletados, tendo como valor mínimo, situações quanto à equipe médica gasta o tempo concentrando-se em atividades de gerenciamento ou busca de informações e dados sobre pacientes e, portanto não agregando valor, e por fim, a obtenção do valor máximo, quando a equipe médica concentra-se quase que exclusivamente em atividades assistenciais ao paciente que agregam valor. Esta contribuição valoriza uma realidade dentro dos hospitais que se baseia na variabilidade dos tempos nas situações existentes e considera isso na modelagem e nos cálculos de agregação de valor. Apesar das considerações há elementos subjetivos nesta contribuição, pois julgar as atividades que agregam valor daquelas que não agregam valor não é uma atividade trivial nos hospitais, conforme os próprios autores relatam em Grove *et al.* (2010a; 2010b).

Apesar da questão sobre a variabilidade nos tempos ter sido inclusa na discussão, não é abordado uma forma para analisar os tempos ou alguma proposta para quantificar esta situação. Meredith *et al.* (2010), que tem Grove (2010b) com coautora, apresentam um estudo sobre a importância da variabilidade do tempo no preparo das salas de cirurgias em cinco hospitais, mas, novamente, o estudo limita-se a destacar a importância e efeitos da variabilidade. Os autores não relatam método ou alguma abordagem específica que possa ser utilizada pelo *Lean Healthcare*.

2.3 Abordagem da amplitude dos tempos

Outra importante contribuição foi de Cindy Jimmerson e de John Sobek, da Universidade de Montana, nos Estados Unidos. Jimmerson (2010) e Jimmerson *et al.* (2005) iniciaram com a proposta que os tempos das atividades devem ser analisados não apenas por uma média. A autora estabeleceu que, além da média se deve registrar na modelagem dos processos o valor do tempo mais alto e o valor do tempo mais baixo para cada operação. Outro destaque importante é que onde houvesse uma maior amplitude entre o maior e menor valor, poderia indicar algum tipo de problema no processo. Esta proposta inovou ao destacar a importância de se estudar o comportamento dos tempos nas atividades hospitalares, pois incorpora a questão da variabilidade, mesmo que superficialmente.

Dada à contribuição de Jimmerson (2010), algumas publicações surgiram, das quais se destaca o livro *Value Stream Mapping for Healthcare Made Easy!*, em que, Jimmerson (2010) apresenta sua contribuição para a utilização do Mapa do Fluxo de Valor no *Lean Healthcare*, especialmente nos ambientes hospitalares. Essa contribuição foi importante, pois foi uma das primeiras modelagens sob a visão do *Lean Healthcare* que considerou uma

proposta para tratar os tempos especificamente em hospitais. Porém, ela não considera como se comporta a variabilidade dos tempos nas atividades, sua ordem de grandeza, frequência de sua ocorrência, ou qualquer outra forma de comparação com a flutuação dos tempos em plantões diferentes para um mesmo processo. Assim, apesar de Jimmerson (2010) considerar os valores máximo e mínimo de uma amostra de tempos e conferir um aspecto variável na análise dos tempos, o método de análise continua sendo realizada de forma pontual.

2.4 Sumarização das contribuições

No Quadro 1 estão reunidas as contribuições sobre a análise da variabilidade dos tempos no *Lean Healthcare* destacadas neste trabalho. É interessante observar que há uma tendência gradativa dos autores em incorporar os efeitos da variabilidade em suas contribuições sobre o estudo dos tempos.

Fatores	Baker e Taylor (2009)	Grove <i>et al</i> (2010a, 2010b)	Jimmerson (2010)
Considera a variabilidade dos tempos nas atividades	Não	Sim	Sim
Detalhamento do método para a análise da variabilidade	Não	Não	Sim
Classificação da variabilidade	Não	Não	Não
Diferenciação das ferramentas utilizadas em comparação à manufatura	Não	Não	Não

Quadro 1 - Literatura sobre variabilidade dos tempos no *Lean Healthcare*

Outra característica interessante decorrente do Quadro 1 é que nenhum dos autores mencionados apresenta uma diferenciação quanto as técnicas de análise, em contrapartida as frequentemente usadas na manufatura. Este fato motivou o uso da AET, de modo a auxiliar a compreensão sobre a variabilidade dos tempos no *Lean Healthcare*. A AET está estruturada e discutida na próxima seção.

3. Abordagem estatística dos tempos

A AET teve como ponto de partida à construção de um intervalo de confiança para a média dos tempos do processo, conforme Turati (2015) e Turati e Musetti (2017). Para representar a variabilidade dos tempos nos processos foi selecionada como técnica estatística a construção de intervalos de confiança, pelo uso da distribuição *t de Student*, com o propósito de se obter um intervalo de valores mais prováveis, com 95% de confiança, para a média dos tempos do processo. O intervalo de confiança pode ser obtido pela expressão (1) (Devore, 2006; Montgomery e Runger, 2009):

$$\bar{X} \pm t_{\alpha/2, n-1} s/\sqrt{n} \quad (1)$$

Esta abordagem se mostrou interessante para a opção de análise dos tempos, principalmente devido à análise estar centrada na identificação de variabilidade. Com o intervalo de confiança para a média está baseado não apenas em valores pontuais, a distribuição de probabilidade t proporciona uma orientação das melhorias que pode ser baseada em critérios que consideram o comportamento estatístico dos tempos. Ainda, um intervalo de confiança pode fornecer uma faixa de valores prováveis, afastando a análise pautada somente pela média.

Certamente a técnica selecionada continua a usar a média, porém os limites do intervalo de confiança obtido fornecem onde estão as situações que carecem, por exemplo, de um processo de padronização mais específico.

Para a utilização da distribuição t de Student é necessário atentar-se para duas considerações. A primeira a ser observada é o tamanho da amostra, uma vez que a determinação do tamanho da amostra pode ser vinculada ao processo hospitalar. Montgomery e Runger (2009) afirmam que amostras de tamanho 40 são suficientes para garantir a construção do intervalo de confiança. Devore (2006) destaca que a construção de gráficos de probabilidade pode ser útil quando há suspeitas de não normalidade dos dados.

3.1 Parâmetros comparativos da AET

Além de utilizar os conceitos estatísticos sobre a construção de um intervalo de confiança, ainda é preciso estabelecer quais parâmetros comparativos podem ser utilizados. Assim, são propostos os parâmetros comparativos para efeito de análise sobre a variabilidade dos tempos em ambientes hospitalares.

a) Coeficiente de Variação

Para efetivamente analisar a variabilidade é preciso quantificá-la. O Coeficiente de Variação (CV) tem como objetivo quantificar a variação dos tempos. Assim, o CV pode ser obtido pela razão entre o desvio padrão amostral (s) dos tempos pela média amostral (\bar{X}), conforme descrito em (2) (Hopp e Spearman, 2008). Essa variabilidade pode ser classificada em três níveis de variação, conforme pode ser observado na Tabela 1.

$$CV = s / \bar{X} \quad (2)$$

Tabela 1 - Classes de variabilidade dos tempos

Classe de Variação	Coefficiente de Variação	Situação Típica
Baixa Variação	$CV < 0,75$	Situações sem interrupções, paradas ou esperas.
Média Variação	$0,75 \leq CV < 1,33$	Situações com algumas interrupções, paradas ou esperas.
Alta Variação	$CV \geq 1,33$	Situações com muitas interrupções, paradas ou esperas.

Fonte: Hopp e Spearman (2008)

Assim, o CV auxilia na identificação das causas dos desperdícios, uma vez que é possível quantificar e classificar essa variação, para que os esforços necessários para as melhorias possam ser planejados adequadamente. Ainda, o CV auxilia na interpretação e na classificação dos valores obtidos pelo parâmetro Amplitude do Intervalo de Confiança e para o Limite Máximo da Variação, descritos a seguir.

b) Amplitude do Intervalo de Confiança

O parâmetro Amplitude do Intervalo de Confiança (AIC) tem como objetivo quantificar a variação nos tempos analisados. Em termos estatísticos ele pode ser definido como o dobro do valor do limite do erro da estimação, uma vez que considera o comprimento total do intervalo de confiança referente aos tempos coletados de cada atividade, espera ou transporte (Devore, 2006; Montgomery e Runger, 2009). Assim, o intervalo de confiança pode ser definido na expressão (3):

$$\text{Intervalo de Confiança} = \bar{X} \pm t_{\alpha/2, n-1} s/\sqrt{n} \quad (3)$$

Adotando que, Δ = limite do erro da estimação para a distribuição *t de Student*, portanto:

$$\Delta = t_{\alpha/2, n-1} s/\sqrt{n} \quad (4)$$

De modo que se obtém o parâmetro AIC:

$$\text{AIC} = 2x\Delta \quad (5)$$

A contribuição do parâmetro AIC consiste em quantificar a variabilidade, ou seja, pelo uso do parâmetro AIC será possível determinar o tamanho da variação dos tempos. Quanto maior for o valor do AIC, maior será a variabilidade dos tempos da atividade analisada.

c) Limite Máximo da Variação

Os parâmetros apresentados anteriormente constituem uma forma para auxiliar o processo de identificação da variabilidade dos tempos nas atividades. Porém, nenhum deles possui algum tipo de vínculo com as ferramentas ou com conceitos do *Lean Healthcare*. Desse modo o parâmetro Limite Máximo da Variação (LMV), apresentado nesta seção, propõe uma forma para conectar os valores relacionados à demanda (*Takt Time*) com as respectivas variações de tempos das atividades do processo.

Para a utilização deste parâmetro a análise sobre o *Takt Time* deve ser compreendida sob a ótica da variabilidade. Portanto, ao invés de utilizar o valor do *Takt Time*, com tradicionalmente é feito, a proposta reside na construção de um intervalo de confiança para os valores do *Takt Time*. Portanto, assumindo que o comportamento do ritmo da demanda (*Takt Time*) tem uma distribuição normal, é possível construir um intervalo de confiança, de 95%, nos mesmos moldes dos intervalos de confiança realizados para os tempos nas atividades. Desse modo é possível obter um valor médio para o *Takt Time*, assim como um valor máximo *Takt Time Superior* (TTS) e um valor mínimo *Takt Time Inferior* (TTI).

Partindo destas considerações, o parâmetro Limite Máximo da Variação (LMV) tem como objetivo quantificar a distância entre o valor do limite superior do intervalo de confiança e o valor do *Takt Time Inferior* das atividades referentes ao conjunto de atendimentos utilizados. Para isso, utiliza em sua estrutura, o limite de confiança superior dos tempos subtraído do valor do *Takt Time Inferior* (TTI). Essa diferença indica ser a pior condição de uma atividade, pois é a situação mais difícil em atender a atividade, decorrente da maior distância entre os valores utilizados. Como os conceitos do *Lean Healthcare* indicam que o foco das ações de melhoria deve ser a eliminação sistemática de desperdícios. Este parâmetro estabelece a busca pela identificação da maior defasagem (diferença) entre os tempos da atividade e o tempo da demanda. Este raciocínio também é seguido por Jimmerson (2010).

Adotando que, Δ = limite do erro da estimação dos tempos para a distribuição *t de Student*, conforme equação (4), o LMV pode ser definido como:

$$\text{LMV} = \bar{x} + \Delta - \text{TTI} \quad (6)$$

Na qual,

LMV > 0 indica variabilidade no tempo e, portanto ações de melhoria relacionadas a estabilidade são necessárias ou;

LMV ≤ 0 , indica um excedente. Ainda que possa existir variabilidade nos tempos, ela não afeta o atendimento do Takt Time.

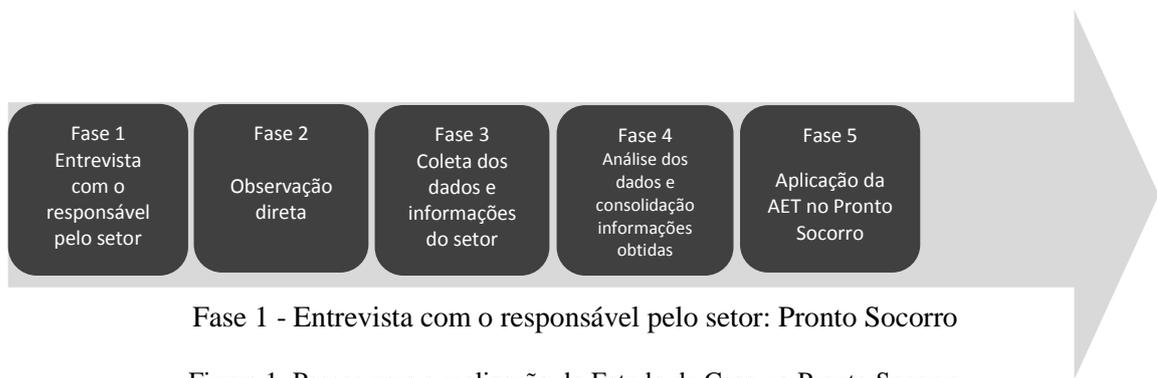
Portanto, quanto maior o valor do LMV, mais difícil será o estabilizar o tempo próximo ao ritmo da demanda, pois a variabilidade afetará diretamente a situação.

Assim, os parâmetros CV e AIC descritos nas seções a) e b), respectivamente, contribuem na identificação da variabilidade, enquanto o parâmetro LMV estabelece uma conexão entre o *Lean Healthcare* e a variabilidade dos tempos, pois integra o conceito de *Takt Time* e de variabilidade em uma equação (6). Essa integração ilustra uma interessante contribuição no campo da gestão de operações, pois fornece uma alternativa para a análise e melhoria de processos hospitalares.

4. Método da pesquisa

Para o desenvolvimento do presente artigo, foi adotado com método de pesquisa o Estudo de Caso. Essa escolha foi motivada pela análise conjunta da proposta e objetivos do artigo, bem como as características e aspectos utilizados nesta pesquisa. Observa-se que as características do método, as quais serão previamente apresentadas, se revelam pertinentes. Caushick Miguel (2012) afirma que o Estudo de Caso é uma análise qualitativa utilizada frequentemente como coletor de dados na área de estudos organizacionais. É um trabalho em que as análises são baseadas na experiência e observação, a fim de apurar certo caso, focando em determinar o como e o porquê da investigação. Logo o estudo de caso requer a observação e análise de diversas variáveis (Yin, 2005).

O estudo de caso é um estudo de caráter prático o qual investiga um fenômeno atual em que se analisa uma situação real, onde se compara várias fontes de evidências buscando respostas junto às bibliografias utilizadas. Dessa forma, por tratar a teoria junto com o que realmente acontece nas organizações, em que serão analisados os problemas, conflitos e situações reais, o Estudo de Caso é uma alternativa interessante com método de pesquisa a ser adotado. A seguir são apresentados na Figura 1 os passos realizados para a condução do Estudo de caso relatado neste artigo.



Como uma das formas mais importantes no processo de coleta de dados em um Estudo de Caso, foi realizada uma entrevista com o coordenador de área do setor de Pronto Socorro, localizado na cidade de Três Lagoas, Estado de Mato Grosso do Sul. Essa entrevista ocorreu no mês de maio de 2013 e o roteiro da entrevista (questionário) consistiu em uma pergunta composta de duas partes. Como é o funcionamento do processo de atendimento aos pacientes no Pronto Socorro, sendo a primeira parte, e a segunda, quais são os principais problemas existentes neste processo? A resposta as duas partes da pergunta estão descritas no Quadro 2 e na Figura 2, descritos na seção resultados e discussão.

Fase 2 - Observação Direta

A observação direta sobre o funcionamento do atendimento ao paciente, os fluxos de trabalho e as restrições foram observadas pelo pesquisador ao longo do mês de maio de 2013. Não houve interferência no processo e a observação consistiu em registrar todas as situações captadas pelo pesquisador sobre o funcionamento do processo. Outra característica interessante a ser detalhada é que a observação direta serviu como uma confirmação das informações fornecidas pelo entrevistado, a respeito dos problemas e das funcionalidades do processo pesquisado.

Fase 3 - Coleta dos dados e das informações do setor

Foram analisados os relatórios existentes do sistema informatizado e registros dos processos do setor envolvido. Foi coletada a duração de 51 tempos para cada uma das atividades e das esperas existentes no processo do Pronto Socorro. Compôs essa base de dados, as informações relativas à capacidade de equipamentos, quantitativo de mão-de-obra e dispositivos utilizados. A escolha do mês de Maio deve-se a condição de mês “normal” para o comportamento da demanda. Meses como Janeiro, Fevereiro, Julho e Dezembro coincidem

com as férias escolares, e influenciam no comportamento da demanda, fato que poderia enviesar o processo de compreensão e aproveitamento das melhorias indicadas pela AET.

Fase 4 - Análise dos dados e consolidação informações obtidas

Análise dos dados e das informações obtidas partiu da premissa que o processo selecionado para ser aplicada a AET no Pronto Socorro seguiu os mesmos preceitos da “família de produtos” em ambiente de manufatura. Uma vez que o Pronto Socorro possui vários tipos de atendimento e diversas especialidades (alta variedade e alta variação nos tempos), a aplicação foi realizada em uma determinada família de atendimento. Essa família consistiu no atendimento médico ambulatorial, onde o paciente procura o Pronto Socorro para obter uma consulta médica, não necessitando de observação ou internação.

O atendimento médico ambulatorial consiste no diagnóstico de doenças consideradas de baixa complexidade, como dores de estômago, garganta, febres baixas, dores musculares ou desconforto gástrico ou intestinal. Todos os pacientes, independente de sua condição física ou faixa etária, passam por esse atendimento, constituindo assim um grupo específico de atendimento, uma vez que as urgências e as emergências não se enquadram neste tipo de atendimento. Portanto, todos os pacientes que se enquadram nestas condições são “processados” por esse tipo de atendimento ambulatorial, uma vez que utilizam os mesmos funcionários e os mesmos recursos do Pronto Socorro. O hospital possuía uma série histórica sobre o comportamento da demanda para esse a família de atendimento, conforme pode ser constatado nos registros eletrônicos e relatórios do Pronto Socorro.

Outra consideração importante é que as consultas realizadas não são agendadas. Isto significa que os pacientes chegam ao Pronto Socorro proveniente de suas casas em busca de atendimento.

Por fim, a elaboração de um mapa do estado atual do processo de atendimento ambulatorial do pronto socorro auxiliou no entendimento sobre o funcionamento do processo.

Fase 5 - Aplicação da AET

A aplicação AET foi realizada para os pacientes que procuram o Pronto Socorro a fim de obter o diagnóstico de enfermidades de baixa complexidade. A motivação para a escolha deste tipo de família de atendimento deve-se aos dados do próprio Pronto Socorro, pois, de acordo com o setor de recepção do Pronto Socorro, 70% dos atendimentos estavam associados a esse tipo de serviço. Para a aplicação da AET, foi utilizado o método DMAIC

para conduzir a análise do processo do Pronto Socorro. Na próxima seção será apresentado detalhadamente o DMAIC e a sua aplicação.

5. Estudo de caso: Unidade de Pronto Socorro

5.1 Apresentação

O método DMAIC é um procedimento sistemático que possibilita o gerenciamento de projetos de melhoria orientado para resultados (Pyzdek, 2003). O ciclo de melhoria do DMAIC é o método central para conduzir processos Seis Sigma. Porém, o DMAIC não é exclusivo do Seis Sigma e pode ser usado como estrutura para outras aplicações (Sokovic *et al*, 2010; Bertani, 2012).

5.2 Uso da AET suportado pelo DMAIC

Nos hospitais, onde a variedade de atividades pode estar atrelada a uma quantidade grande de fontes de desperdícios, o DMAIC contribui para sistematizar o processo de melhoria. Desse modo ele foi utilizado para demonstrar a aplicação da AET na unidade de pronto socorro.

5.2.1 Define (Definir)

Um dos principais problemas no Pronto Socorro consistia na variação nos tempos das atividades que compõem o processo de atendimento ambulatorial dos pacientes. A variação nos tempos reside nas esperas e atividades, demonstrando ser uma considerável fonte de desperdícios no processo. Essa situação indicou uma oportunidade para que a AET pudesse ser utilizada. Por isso, o primeiro passo foi à definição que a família de atendimento ambulatorial no Pronto Socorro seria utilizada como base para a aplicação da AET e para o estabelecimento do *Takt Time*. Após a definição, foram definidos os objetivos da aplicação, sendo eles:

- ✓ Identificação da variabilidade nos tempos de todas as atividades e esperas do processo de atendimento ambulatorial dos pacientes;
- ✓ Identificação de atividades que estavam sem padronização; e
- ✓ Estabelecimento da priorização dos esforços de melhoria, uma vez que os recursos do hospital são escassos.

A delimitação do objetivo orientou-se pela proposta da Produção Enxuta, pois ela orienta iniciar as ações de melhorias baseado nas famílias de produtos ou serviços mais

representativos para a organização. A próxima fase foi à medição do processo para investigar qual o comportamento dos tempos nas atividades e esperas da família de atendimentos ambulatoriais.

5.2.2 Measure - (Medir)

Foram coletadas 75 amostras de tempos para cada uma das três atividades e para as esperas do atendimento ambulatorial do Pronto Socorro. Essas amostras foram coletadas mediante extração dos dados do sistema informatizado do hospital. Porém, foram utilizadas 51 amostras, devido à exclusão das demais, principalmente por apresentarem valores discrepantes. Esses valores representavam erros nos lançamentos das informações ou omissões, pois apresentavam tempos extremamente elevados, próximos de zero, ou mesmo com valor zero. Com base na amostra de tamanho $n = 51$, foi utilizada a AET, obtendo-se os valores para as médias e os intervalos de confiança procurados. Outra importante medição realizada nesta etapa foi à elaboração do Mapa do Fluxo de Valor, que teve papel fundamental no processo de entendimento do funcionamento do processo como também no suporte para a identificação das fontes de desperdícios.

Na Figura 2 está representado o Mapa do Fluxo de Valor do Pronto Socorro, onde está apresentado o fluxo do processo e os estoques (esperas), representados pelos triângulos com a letra “E”, juntamente com os demais fluxos de informações do processo.

Nos Gráficos 1 e 2 está apresentada a dinâmica dos tempos para o processo analisado. O Gráfico 1 destaca o uso da ADT (análise somente pela média) no Pronto Socorro e no Gráfico 2, a aplicação da AET. O *Takt Time* do processo apresentou o valor de $(6,4 \pm 1,0)$ minutos/paciente. Para a obtenção do intervalo de confiança do *Takt Time*, foi utilizada a mesma metodologia da AET. Os dados da demanda foram obtidos dos registros de pacientes atendidos no mês de maio de 2013.

Na fase de coleta de dados também foram levantados os desperdícios a respeito do funcionamento das atividades do processo. Pelo Quadro 2 é possível afirmar que os tempos de espera possuem as maiores variabilidades dos tempos. Essa situação demonstra a oportunidade que a AET pode conferir na melhoria de desempenho operacional nos hospitais, uma vez que o foco na eliminação de desperdícios norteia o processo de melhoria no *Lean Healthcare*.

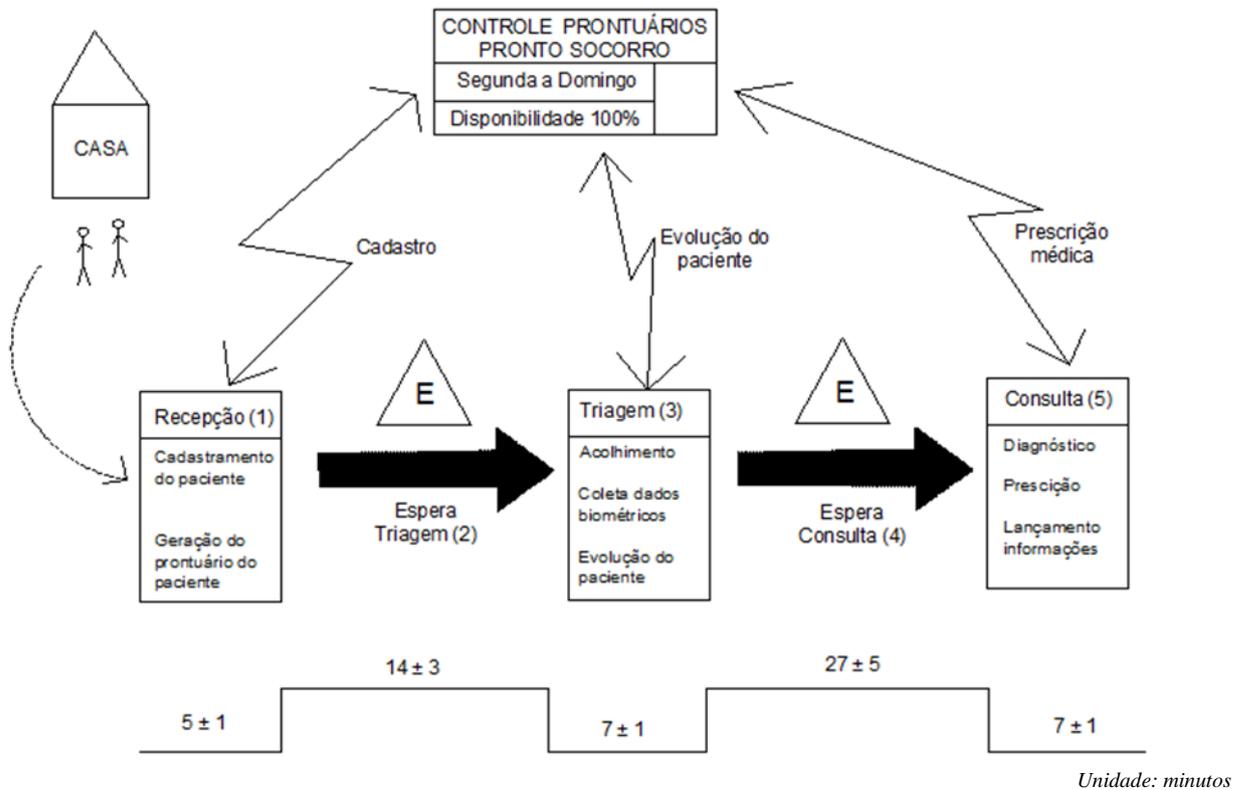


Figura 2 - Mapa do Fluxo de Valor do processo atendimento no Pronto Socorro

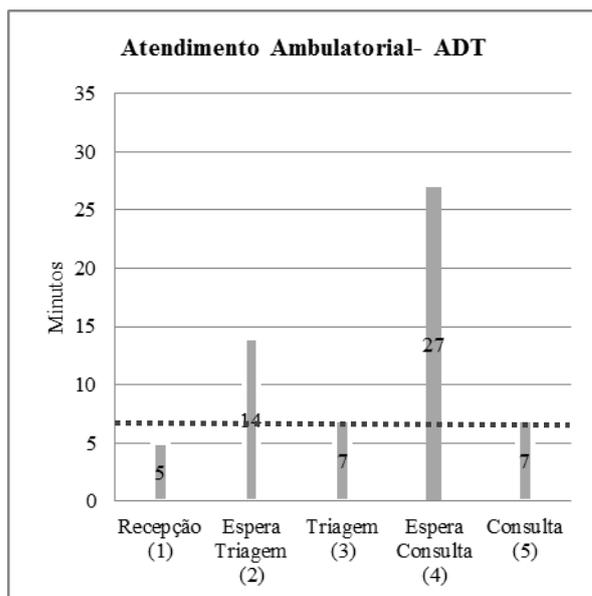


Gráfico 1 - Uso da ADT no processo analisado

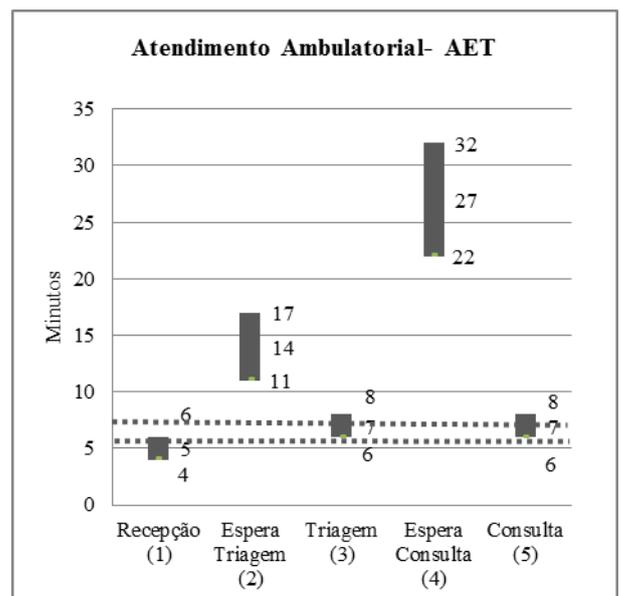


Gráfico 2 - Uso da AET no processo analisado

É possível verificar pelo Gráfico 2 que existe variabilidade nos tempos do processo do Pronto Socorro. Em contrapartida, o Gráfico 1 não destaca essa situação. Essa comparação destaca o uso das abordagens, pois a AET (Gráfico 2), explicita como está o comportamento dos tempos no processo, enquanto que a ADT (Gráfico 1) negligencia uma importante característica do processo.

Atividades/ Esperas	Situações Verificadas no Processo
Recepção (1)	Não possui documento padrão para auxílio no preenchimento das informações de pacientes. Além do atendimento ao paciente, outras atividades são executadas concomitantemente, como o atendimento telefônico e condução de pacientes e familiares a leitos. Posto de trabalho com problemas ergonômicos.
Espera Triagem (2)	Frequente troca de informações (normalmente por conversa) entre técnico de enfermagem que fica na triagem e a recepcionista. Movimentação excessiva na atividade de triagem. Elevado quantidade de transporte de documentos entre recepção e triagem e recepção ao longo do plantão. Retrabalho com os prontuários. Reimpressão: troca de prontuários de pacientes ou prontuários incompletos. Transporte de prontuários da triagem para a sala de consulta médica frequentemente.
Triagem (3)	A sequência dos procedimentos de coleta de dados biométricos não é seguida. Layout inadequado. Falta padronização no tipo e quantidade de informações lançadas no sistema informatizado. Excesso de interrupções, devido a perguntas de outras pessoas, enfermeiros ou da recepção.
Espera Consulta (4)	Prontuários demoram a chegar para o médico plantonista. Muitas vezes o próprio médico tem de buscar os prontuários. Desencontro no posto de enfermagem do Pronto Socorro, pois muitos pacientes chegam para a consulta no consultório e o prontuário não. Sistema de coordenação de ordens de atendimento feito exclusivamente por via oral. Frequentemente o médico espera pelo paciente e o paciente espera pelo médico. Desconexão no fluxo do processo.
Consulta (5)	Sistema informatizado lento ou danificado. Frequente necessidade de reimpressão de receituário ou prescrição. Busca de documentos que não estão nos consultórios, como talão de receituário e laudos de exames.

Quadro 2 - Problemas identificados no processo de atendimento do Pronto Socorro

Pelo Gráfico 2 é possível verificar que as atividades (1), (3) e (5) agregam valor, pois mudam a condição do paciente ou adicionam aspectos ao serviço prestado. Esses aspectos são aqueles que o paciente está disposto a pagar, ou pelo menos a aceitar, com forma de retribuição ao serviço que lhe é prestado.

Outra característica importante deste levantamento é que as atividades possuíam uma escassa documentação sobre como deveria ser o fluxo de trabalho e de documentos. Isso ocasionava erros no processo de movimentação dos prontuários, o que acarretava em mais desperdícios no processo.

Desta classificação e medição dos tempos, decorreu o próximo passo, que consistiu em analisar as informações obtidas via AET.

5.2.3 Analyse (Analisar)

Para esta fase os parâmetros comparativos foram estimados, conforme método demonstrado na seção anterior. A utilidade dos parâmetros consistiu em quantificar as variações e elencá-las, para que pudessem contribuir com a melhoria do processo analisado. Na Tabela 2 estão apresentados os parâmetros obtidos para cada uma das atividades e esperas do processo de atendimento ambulatorial no Pronto Socorro.

Tabela 2 - Parâmetros Comparativos da AET

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
CV	0,70	0,66	0,65	0,62	0,43
AIC	2,0	6,0	2,0	10,0	2,0
LMV	0,6	11,6	2,6	26,6	2,6

Com base no Gráfico 2, Quadro 2 e Tabela 2 foi possível estabelecer a seguinte análise:

- a) As esperas (2) e (4) são classificadas como desperdícios, portanto o parâmetro AIC deixa evidente a falta de padronização e problemas de fluxo no processo. Para a espera (2) há uma considerável variação nos tempos. Mesmo que o CV a classifique com baixa variação, o parâmetro AIC para (2) atinge um valor que está quase em 100% do valor do *Takt Time*. Ou seja, em (2) a amplitude tem quase o mesmo valor do ritmo da demanda. Essa ordem de grandeza remete a duas observações importantes. A primeira é que a variabilidade dos tempos em (2) causa forte perturbação no processo, e a segunda é que se essa análise fosse realizada somente pela ADT, essa informação teria sido negligenciada (Baker e Taylor, 2009), ou teria sido superestimada (Jimmerson, 2010).
- b) Ainda, em (2) foi possível analisar o LMV. O tempo médio de espera está em 14 minutos, e subtraindo-se os 6,4 minutos do *Takt Time* obtêm-se 7,6 minutos. Assim, pela ADT, a Espera por Triagem (2), poderia estar nivelada com o *Takt Time*, reduzindo-se os 7,6 minutos. Porém, a AET demonstra que na verdade essa realidade pode ser diferente, pois propõe iniciar a eliminação de desperdícios pela pior condição da espera, ou seja, pelo maior valor do intervalo de confiança obtido. Por isso, o LMV apresenta uma forma mais abrangente para o dimensionamento dos desperdícios, uma vez que fornece o valor de 11,6 minutos, ao invés dos 7,6 minutos pela ADT. Isto demonstra que para reduzir os tempos de espera ao valor do *Takt Time* haverá a necessidade de mais esforços do que inicialmente poderia ser planejado. Além disso, a

análise pelo LMV auxilia na determinação de quão grande pode ser o problema de variabilidade (e de desperdício) que está sendo analisado.

- c) A AET demonstra que a variabilidade está fortemente presente nos tempos de esperas do processo. Isto pode ser verificado na Espera por Consulta (4), onde a AIC apresenta o valor de 10 minutos. Este parâmetro indicou que a variação nos tempos é superior ao valor da demanda. Se a análise tivesse sido feita pela ADT, essa propriedade novamente não teria sido considerada, o que poderia afetar significativamente os esforços de melhoria, ou até o atingimento das metas organizacionais. Observa-se, pelos valores, que a variabilidade em (4) pode representar um impacto significativo no desempenho do processo.
- d) O LMV indica que a Espera por Consulta (4) representa uma clara evidência de desperdício. Da mesma forma que em (2), a defasagem que a ADT fornece para (4) é de 20,6 minutos, em quanto pela AET, no parâmetro LMV, fornece o valor de 26,6 minutos. Por isso, da mesma forma que em (2), nivelar os tempos da espera ao *Takt Time* em (4) não será trivial.

5.2.4 Improve (Melhorar)

O processo de melhoria foi orientado pelos objetivos inicialmente estabelecidos na fase D (Definir). Por isso, o encaminhamento da identificação da variabilidade dos tempos ocorreu onde estão as maiores variações nos tempos, conforme a AIC e o LMV demonstraram, respectivamente em (2) e (4).

Dessa forma, é possível propor a aplicação de conceitos e ferramentas do *Lean Healthcare* a fim de dar o enfrentamento aos desperdícios identificados nas esperas do processo. Para isso, o quadro 3 apresenta os conceitos e ferramentas do *Lean Healthcare* que podem contribuir para o melhoramento do processo. Assim, a melhoria do processo no Pronto Socorro deve iniciar pela priorização das ações, categorizada pelos parâmetros comparativos LMV e AIC, onde se estabeleceu uma sugestão de sequencia de prioridades, sendo ela: Esperas (4) e (2), por serem desperdícios explícitos, e na sequencia a atividade (3).

A AET pode contribuir no processo de implantação das melhorias no processo do Pronto Socorro de uma forma mais ampla que a ADT. Contudo, a ADT não deve ser considerada como uma forma deficiente de análise. Ao contrário. Ela é fundamental para a obtenção da AET. A questão central está baseada na possibilidade de expansão sobre a análise do comportamento dos tempos do processo. O princípio da análise dos tempos pode e deve

continuar sendo feita pela ADT, porém para uma análise mais consistente sobre o conhecimento do comportamento da dinâmica dos tempos, a AET apresenta-se como uma alternativa viável para o tratamento desta questão.

Atividade/ Esperas	Uso da AET vinculada ao <i>Lean Healthcare</i>
Recepção (1)	Gestão Visual Sistemas a prova de erros Implantação e manutenção de programas 5S. Construir um fluxograma do processo de cadastramento do paciente.
Espera Triagem (2)	Padronização das informações necessárias via utilização de formulários padronizados. Sistema de gestão visual dos prontuários, colocando-os em painéis e quadros organizadores. Implantação e manutenção de programas 5S. Redução do tamanho dos lotes nas transferências.
Triagem (3)	Construção de fluxograma de atendimento (padronização); Folha de instrução de trabalho, com todos os elementos que deve conter na evolução do paciente. Usar figuras e símbolos. Isolamento e contenção da área de triagem.
Espera Consulta (4)	Padronização dos sistemas de coordenação de ordens entre a enfermagem e o médico Elaboração de folhas de instrução de trabalho, com roteiros de tarefas e sequenciamento. Gestão Visual via painéis eletrônicos, com sistemas de senhas. Sistema a prova de erros, quanto à troca ou perda de documentos ou prontuários.
Consulta (5)	Manutenção nos equipamentos de forma programada. Transferência dos prontuários em fluxo contínuo para o consultório

Quadro 3 - Proposta de melhoria em cada atividade e espera do processo do Pronto Socorro

5.2.5 Control (Controlar)

Nesta fase a preocupação deve estar centrada na verificação da redução da variação dos tempos e na elaboração de um sistema de medição para acompanhar essas variações.

Como um dos principais problemas detectados neste processo foram à variabilidade nos tempos, os parâmetros comparativos podem ser utilizados como sistema de monitoramento da variabilidade dos tempos no processo. Essa ideia pode ser compreendida com o uso dos parâmetros AIC e LMV atuando como indicadores de desempenho, sendo ainda auxiliado pelo CV.

O Gráfico 3 ilustra uma sobreposição das abordagens discutidas neste trabalho, de modo a exemplificar como a AET amplia a visão sobre os tempos do processo e também fornece uma solução para o controle visual da variabilidade dos tempos nas atividades monitoradas. As barras na cor cinza escuro são a representação da ADT, com os respectivos valores médios. A AET é demonstrada pelas barras na cor cinza claro, com os respectivos valores médios e os seus limites. Essas barras cinza claro (AET) representam as variações nos

tempos para cada uma das atividades e esperas, pois são as variações dos tempos baseados nos intervalos de confiança construídos para o processo do Pronto Socorro.

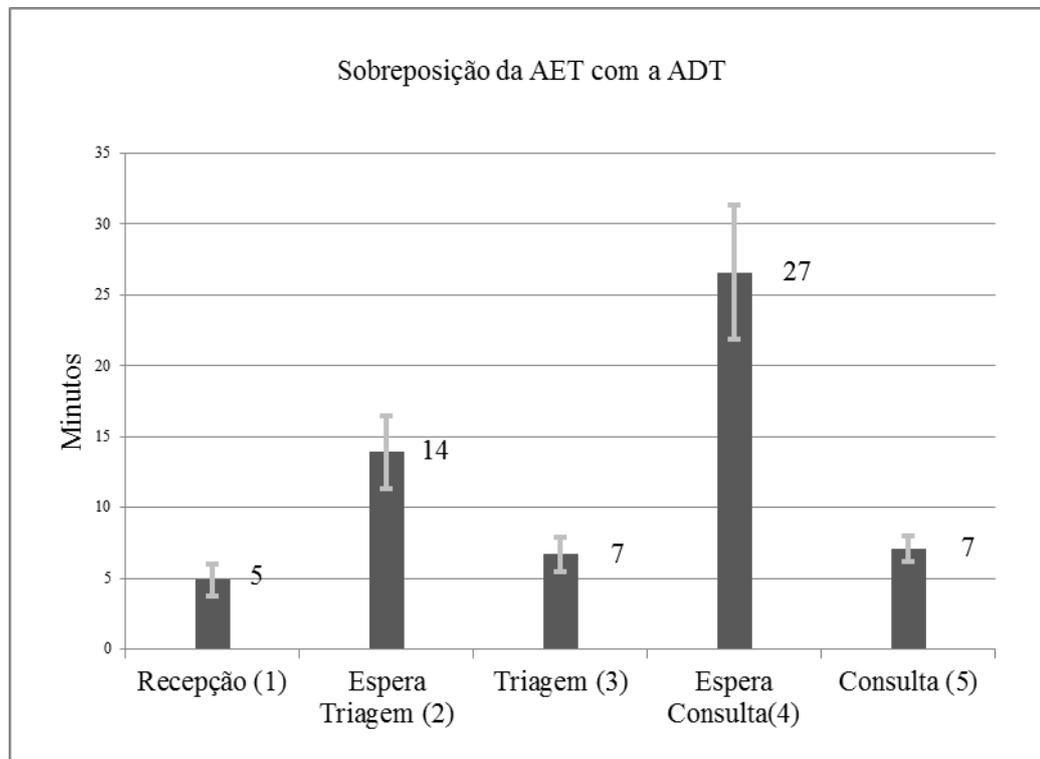


Gráfico 3 - Sobreposição da AET com a ADT no Pronto Socorro

Pelo gráfico 3 é possível verificar que o processo de atendimento do Pronto Socorro apresenta variação nos tempos das atividades e nas esperas. Entretanto, a AET destacada pelas faixas cinza claro, adiciona a existência da variabilidade em cada uma das atividades/esperas. Ou seja, ela evidencia a variabilidade para cada um dos valores de tempo do processo analisado. Esta condição indica que a padronização do trabalho em ambientes com alta variabilidade (com é o caso do Pronto Socorro) demandará mais esforços de melhoria, quando comparados a manufatura, devido, em grande parte, pela influência devastadora da variabilidade no desempenho do processo. Hopp e Spearman (2008) já alertam sobre essa condição.

6. Conclusões

A aplicação da AET no Pronto Socorro demonstrou que considerar a variabilidade nos tempos nas atividades do processo destaca características sobre o funcionamento em atividades inicialmente ignoradas. Situações sobre a dinâmica dos tempos e seu comportamento podem ser analisadas pelo uso da AET.

Desse modo, esta aplicação demonstrou ser viável a construção dos intervalos de confiança para a determinação da variabilidade dos tempos em cada uma das atividades e esperas do processo. Essa obtenção possibilitou identificar como estava o comportamento dos tempos e quantificar essa variação. Isso possibilita um melhor planejamento dos esforços de melhoria e auxilia na seleção de conceitos e ferramentas do *Lean Healthcare* a serem utilizadas.

AET demonstrou ser uma opção para a análise dos tempos nos processos com alta variabilidade nos tempos. Essa abordagem forneceu um suporte conceitual acessível aos gestores, pois ela não necessita para ser implementada por meio de sofisticados softwares ou de complexa modelagem matemática, fato que poderia desencorajar o seu uso. A identificação da variabilidade torna-se mais direta, o que facilita a busca pela causa-raiz dos problemas relacionados à viabilidade e, por consequência, dos desperdícios.

A aplicação no Pronto Socorro evidenciou que os objetivos pretendidos neste artigo foram atingidos, uma vez que a AET proporcionou uma forma diferenciada em identificar a variabilidade, uma vez que os parâmetros AIC e LMV apresentaram de forma concisa a variabilidade dos tempos no processo do Pronto Socorro. Essa propriedade pode ser replicada em diversas atividades hospitalares onde seja requerido o acompanhamento de fatores relacionados à qualidade do serviço ou à eficiência do processo. Esse acompanhamento pode vir sob a forma de indicadores de desempenho, para cada atividade ou para uma família de atendimentos específica. Desse modo, os parâmetros podem ser utilizados de forma a monitorar o desempenho de uma atividade ou compará-lo com uma meta pré-estabelecida pela direção do hospital. Esse monitoramento pode estar associado a padrões de variabilidade dos tempos também pré-estabelecidos. Portanto a AET contribuiu para a construção da proposta de melhoria em ambientes hospitalares, pois ela evidenciou características e situações que podem auxiliar a aplicação dos conceitos e ferramentas do *Lean Healthcare*. Ela ainda pode nortear a construção de uma “filosofia própria”, que Grove *et al.* (2010b) mencionam.

Como proposta de pesquisas futuras a AET poderia ser aplicada em diversos segmentos econômicos onde exista a influência da variabilidade nos tempos do processo. Isto pode ser uma interessante investigação, uma vez que a variabilidade nos tempos não é exclusiva de ambientes hospitalares.

REFERÊNCIAS

- Bertani, T. M. (2012). *Lean Healthcare: Recomendações para implantações dos conceitos de produção enxuta em ambientes hospitalares* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Bowen, D. E., & Youngdahl, W. E. (1998). "Lean" service: in defense of a production-line approach. *International journal of service industry management*, 9(3), 207-225.
- Baker, M., & Taylor, I. (2009) *Make Hospitals Work*, Lean Enterprise Institute, Lean Academy Institute.
- Brandao de Souza, L. (2009). Trends and approaches in lean healthcare. *Leadership in health services*, 22(2), 121-139.
- Miguel, P. A. C. (2012). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Elsevier.
- Collar, R. M., Shuman, A., Feiner, S., McGonegal, A., Heideil, N., Duck, M., McLean, S. A., Billi, J., Healy, D. W., & Bradford, C. (2012) Lean management in academy surgery, *Journal of the American College of Surgeons*, v. 214, Issue 6, June pp 928–936.
- Deif, A. (2012). Assessing lean systems using variability mapping. *Procedia CIRP*, 3, 2-7.
- Devore, J. L. (2010). *PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA PARA ENGENHARIA E CIÊNCIAS*. Cengage Learning Edições Ltda.
- Grove, A. L., Meredith, J. O., Macintyre, M., Angelis, J., & Neailey, K. (2010). UK health visiting: challenges faced during lean implementation. *Leadership in Health Services*, 23(3), 204-218.
- Henrique, D. B. (2014). *Modelo de mapeamento de fluxo de valor para implantações de lean em ambientes hospitalares: proposta e aplicação* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2008) *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management*. Nova Iorque: McGraw-Hill Higher Education, 720p.
- Jimmerson, C., Weber, D., & Sobek, D. K. (2005). Reducing waste and errors: piloting lean principles at Intermountain Healthcare. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 31(5), 249-257.
- Jimmerson, C. (2009). *Value stream mapping for healthcare made easy*. CRC Press.
- Meredith, J. O., Grove, A. L., Walley, P., Young, F., & Macintyre, M. B. (2011). Are we operating effectively? A lean analysis of operating theatre changeovers. *Operations Management Research*, 4(3-4), 89.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2009) *Estatística aplicada e probabilidade para Engenheiros* 4º Ed.. LTC.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2002). *Estratégia seis sigmas: coma a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho*.
- Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook: The Complete Guide for Greenbelts, Blackbelts, and Managers at All Levels, Revised and Expanded Edition*.
- Rotondaro, R. G. (2002). *Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços*. São Paulo: Atlas.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta*. Lean Institute Brasil.
- Smith, C. D., Spackman, T., Brommer, K., Stewart, M. W., Vizzini, M., Frye, J., & Rupp, W. C. (2013). Re-engineering the operating room using variability methodology to improve health care value. *Journal of the American College of Surgeons*, 216(4), 559-568.
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. K. (2010). Quality improvement methodologies—PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1), 476-483.
- Taninecz, G. (2007). *Pulling Lean Through a Hospital-Hotel-Dieu Grace success story*. Canadá: Lean Institute.
- Tapping, D., & Shuker, T. (2003). *Value Stream Management for the Lean Office: Eight Steps to Planning, Mapping, & Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas*. CRC Press.

- Tapping, D., Kozłowski, S., Archbold, L., & Sperl, T. (2009). Value stream management for lean healthcare. Chelsea: Mcs Media.
- Tejedor-Panchon, F., Montero-Pérez, F. J., Tejedor-Fernandez, M., Jimenez-Murillo, L., De La Barca, J. M. C., & Gázquez, F. B. Q. E. (2014). Improvement in hospital emergency department processes with application of lean methods. *Emergencias*, 26(2), 84-93.
- Turati, R. D. C. (2015). Desenvolvimento de uma abordagem estatística dos tempos para o Lean Healthcare: uma proposta para análise dos tempos nos processos hospitalares (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Turati, R.C, & Musetti, M. A. (2017) *Uma proposta para a gestão da melhoria no Lean Healthcare*, In: III Fórum discute Lean Sul. Anais, Brusque, SC.
- Vermeulen, M. J., Stukel, T. A., Guttman, A., Rowe, B. H., Zwarenstein, M., Golden, B., ... & Team, E. I. (2014). Evaluation of an emergency department lean process improvement program to reduce length of stay. *Annals of emergency medicine*, 64(5), 427-438.
- Zanchet, T, Saurin, T.A., & Missel, E.C. (2007) Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em um centro de material e um complexo hospitalar VII SEPROSUL – Semana de Engenharia de Produção Sul Americana.
- Yin, R. K. (2005) Estudo de caso: planejamento e métodos. 3 ed., Porto Alegre: Bookman.
- Young, T. P., & McClean, S. I. (2008). A critical look at Lean Thinking in healthcare. *Quality and Safety in Health Care*, 17(5), 382-386.



This journal is licenced under a [Creative Commons License. Creative Commons - Atribuição-CompartilhaIgual 4.0 Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)