



# ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04  
de dezembro 2020

## Engenharia de processos e simulação de eventos discretos para redução do tempo de atravessamento de pacientes em uma Unidade de Pronto Atendimento

**Ana Carolina Pereira de Vasconcelos Silva**

Laboratório de Engenharia e Gestão em Saúde (LEGOS) - Departamento de Engenharia Industrial – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)

**Luana Carolina Farias Ramos**

Laboratório de Engenharia e Gestão em Saúde (LEGOS) - Departamento de Engenharia Industrial – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

**Gustavo Oliveira Pinto**

Laboratório de Engenharia e Gestão em Saúde (LEGOS) - Departamento de Engenharia Industrial – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Programa de pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal Fluminense (UFF)

**Bianca Menezes Araujo**

Laboratório de Engenharia e Gestão em Saúde (LEGOS) - Departamento de Engenharia Industrial – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

**Thaís Spiegel**

Laboratório de Engenharia e Gestão em Saúde (LEGOS) - Departamento de Engenharia Industrial – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

**Resumo:** As Unidades de Pronto Atendimento têm enfrentado um problema de descasamento de oferta e demanda histórico que acarreta tempo de espera para atendimento fora do preconizado. Dessa forma, o objetivo desse artigo é analisar um processo de atendimento em uma unidade de emergência à luz da Engenharia de Processos para garantir tempos de atravessamento adequados para os quadros clínicos dos pacientes. A primeira etapa foi compreender a situação atual dos processos, tendo como resultado a modelagem dos processos em notação ARIS. Em seguida, foram identificados efeitos indesejáveis na execução dos procedimentos e os problemas foram analisados utilizando-se a Árvore de Realidade Atual da Teoria das Restrições. Com as causas raízes identificadas, foi construído um modelo de simulação de eventos discretos para comparar cenários de soluções buscando a diminuição do tempo de atravessamento do paciente.

**Palavras-chave:** Unidade de emergência, Engenharia de processos, Tempo de atravessamento, Simulação, Árvore de realidade atual.

## Process engineering and discrete events simulation to reduce the patients lead time in an emergency unit

**Abstract:** The Brazilian emergency units face a problem of mismatch of supply and historical demand that leads to waiting times for care outside the recommended. Thus, the objective of this

article is to analyze a care process in an emergency unit in the light of Process Engineering to ensure adequate crossing times for patients' clinical conditions. The first step was to understand the status of the processes, resulting in the modeling of the processes in ARIS notation. Then, undesirable effects were identified in the execution of the procedures and the problems were analyzed using the Current Reality Tree of the Theory of Constraints. With the root causes identified, a simulation model of discrete events was built to compare scenarios of solutions seeking to reduce the time of crossing the patient.

**Keywords:** Emergency unit, Process engineering, Crossing time, Simulation, Current reality tree.

## 1. Introdução

Desde 2014, o cenário econômico brasileiro é de recessão e instabilidade econômica (LIMA, 2017). A história de múltiplas crises em qualidade, acesso e custo do sistema de saúde evidenciam a complexidade inerente ao sistema de saúde e a uma necessidade latente de ferramentas de engenharia e tecnologia da informação (REID et al., 2005). A gestão do sistema de saúde, tanto no Brasil como em outros países do mundo, representa um problema complexo para as soluções de administração da produção devido à grande variedade de serviços oferecidos e o volume de pacientes a serem atendidos (SPIEGEL et al., 2016).

A organização de saúde estudada neste artigo é uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA). As UPAS fazem parte da Política Nacional de Urgência e Emergência, lançada pelo Ministério da Saúde em 2003 (Portaria nº 1.863/2003), que estrutura e organiza a rede de urgência e emergência no país, com o objetivo de integrar a atenção às urgências. Com o sucateamento da Atenção Primária, que seria responsável pelo cuidado das doenças crônicas e prevenção à saúde, observa-se um agravamento dos quadros clínicos dos pacientes. Junto ao envelhecimento da população e ao aumento do número de pessoas sem cobertura da saúde suplementar em decorrência do aumento do desemprego, temos uma pressão maior nas Unidades de Emergência, que acabam sendo a porta de entrada para a maior parte da população. A consequência é um descasamento entre a oferta e a demanda, que coloca para os gestores o desafio de gerenciar as filas e aumentar a eficiência dos processos de atendimento.

Segundo Joaquim (2009), as instituições hospitalares precisam buscar ferramentas que possibilitem a melhoria dos seus processos e da qualidade dos serviços, especialmente em instituições públicas e com investimentos financeiros limitados. O autor propõe que um dos primeiros passos para otimizar os recursos é análise e uma possível reorganização da situação atual com auxílio da tecnologia da informação.

O objetivo deste trabalho é analisar a situação atual da unidade estudada, identificar efeitos indesejáveis na execução dos procedimentos prescritos pelo médico, analisar as causas raízes dos problemas e comparar cenários de soluções que buscam a diminuição do tempo de atravessamento do paciente. Então, serão aplicadas ferramentas tradicionais da Engenharia de Produção em uma unidade de saúde para proporcionar ganhos de desempenho aos processos e, conseqüentemente, melhor qualidade assistencial aos pacientes.

## 2. Método

As etapas da pesquisa foram orientadas pelo preconizado na Engenharia de Processos. A primeira etapa percorrida consistiu em coleta de dados, com visita de observação e entrevistas com funcionários da UPA durante um mês e meio, com frequência de 1 vez por semana, em visitas de 2h de duração, para modelagem do processo com a ferramenta ARPO com a notação VAC/EPC e para levantamento dos efeitos indesejáveis (EI). A partir

da lista de EI, foram identificadas as causas raízes, através da Árvore de Realidade Atual (ARA), uma ferramenta da Teoria das Restrições (TOC). Posteriormente, diante das causas, foram propostos cenários de soluções, que foram testados através da simulação de eventos discretos, utilizando-se a ferramenta ARENA.

### **3. Referencial teórico**

A Engenharia de Processos é uma das abordagens que compõem a área de operações, que se desenvolveu no contexto da manufatura da década de 90. Segundo Shim & Siegel (1999), a área expandiu-se em escopo de aplicação à gestão das atividades não manufatureiras ou de serviço, sendo possível adaptá-los e aplicá-los à área de saúde. Na aplicação da abordagem de Engenharia de Processos na área de saúde, é necessário deixar claro quais são os processos que serão mapeados e analisados, uma vez que estes estão associados ao objetivo da organização.

O mapeamento e modelagem de processos de serviços permite uma visão e um entendimento compartilhado de um processo por todos os envolvidos. Antonacci *et al.* (2018) demonstram estudos que evidenciam que muitos problemas referentes ao atendimento ao paciente são ocasionados por dificuldades operacionais e dos sistemas de informação. Assim, a adoção de práticas de gerenciamento orientadas por processos pode ser primordial para o êxito dos resultados e para a eficiência no atendimento.

O uso da modelagem computacional para sistemas hospitalares é tratado como adequado na literatura, pois esses ambientes têm grande número de variáveis significativas e grande variedade nos processos (BORDA, 1998). A vantagem da utilização da simulação é que ela permite testar alternativas para situação atual sem interferir na realidade, poupando tempo e evitando a implementação de alternativas avaliadas de forma insuficiente e sem grandes riscos físicos e custos (JÚNIOR, 2015).

Um estudo realizado no Hospital Municipal de Emergência Henrique Sérgio Gregori (HMHESG) utilizou simulação de várias combinações de médicos por clínica especializada para avaliar o desempenho do setor de Pronto-Atendimento (SABBADINI, F. et al., 2006). Os dados utilizados foram relativos às taxas de chegada de pacientes e os tempos de atendimento em dias típicos. Com os resultados para cada cenário os autores concluíram que houve melhoria dos serviços prestados nos seguintes aspectos:

- A melhoria do fluxo de pacientes pela redução das filas e pela redução do tempo entre o seu registro e o efetivo atendimento. Assim como, a alocação eficaz da equipe médica, em termos de utilização da capacidade efetiva;
- Redução da sobrecarga sobre um único especialista, o que melhora a condição de trabalho para o médico, o nível de serviços daquele setor e a impressão dos pacientes e demais usuários acerca deste;
- Redução do risco de sequelas ou do agravamento do seu quadro clínico, tendo em vista um atendimento mais rápido que conseqüentemente possibilita o início mais ágil do tratamento ao paciente.

### **4. Pesquisa de campo**

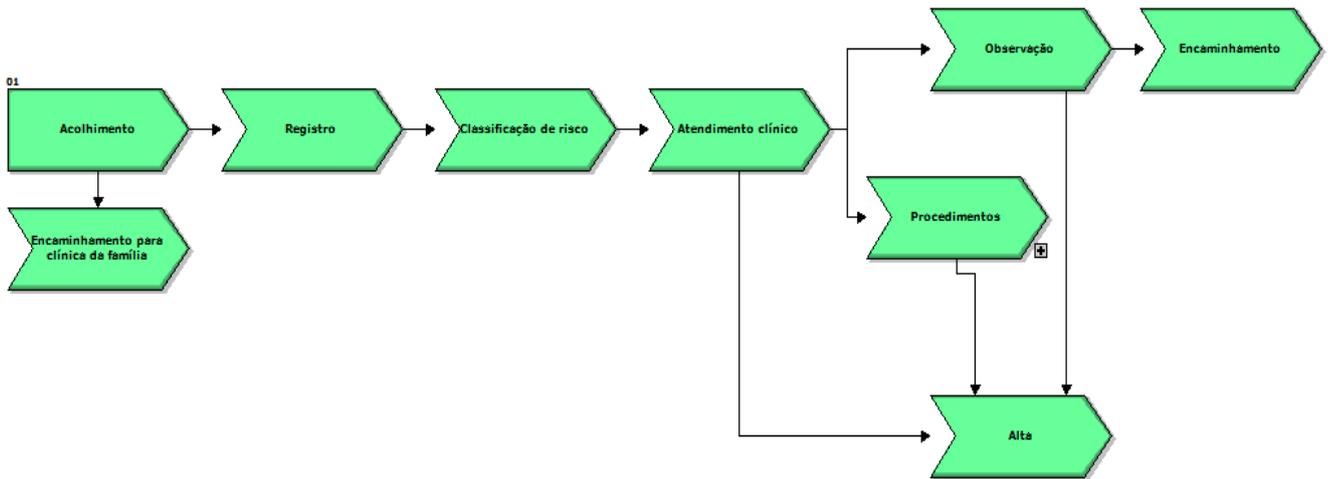
#### **4.1 Caracterização da unidade**

O objeto de estudo será uma UPA de porte III, que é uma das Coordenações de Emergência Regional (CER) do município. As CER fazem parte de um novo modelo de atendimento de urgência e emergência clínica e são instaladas ao lado de um hospital de emergência. Elas

absorvem os casos de menor complexidade e encaminham para o hospital casos de trauma ou cirúrgicos.

Para que se tenha uma visão agregada da interligação e/ou encadeamento dos macroprocessos, processos, subprocessos, e tarefas, seguindo a sequência de execução dos mesmos, foi construída a partir das visitas uma Cadeia de Valor Agregado – VAC (Value Chain Added Diagram) – modelo que representa a Visão Sistêmica dos Processos Organizacionais, representada na Figura 1.

Figura 1: VAC da Situação Atual



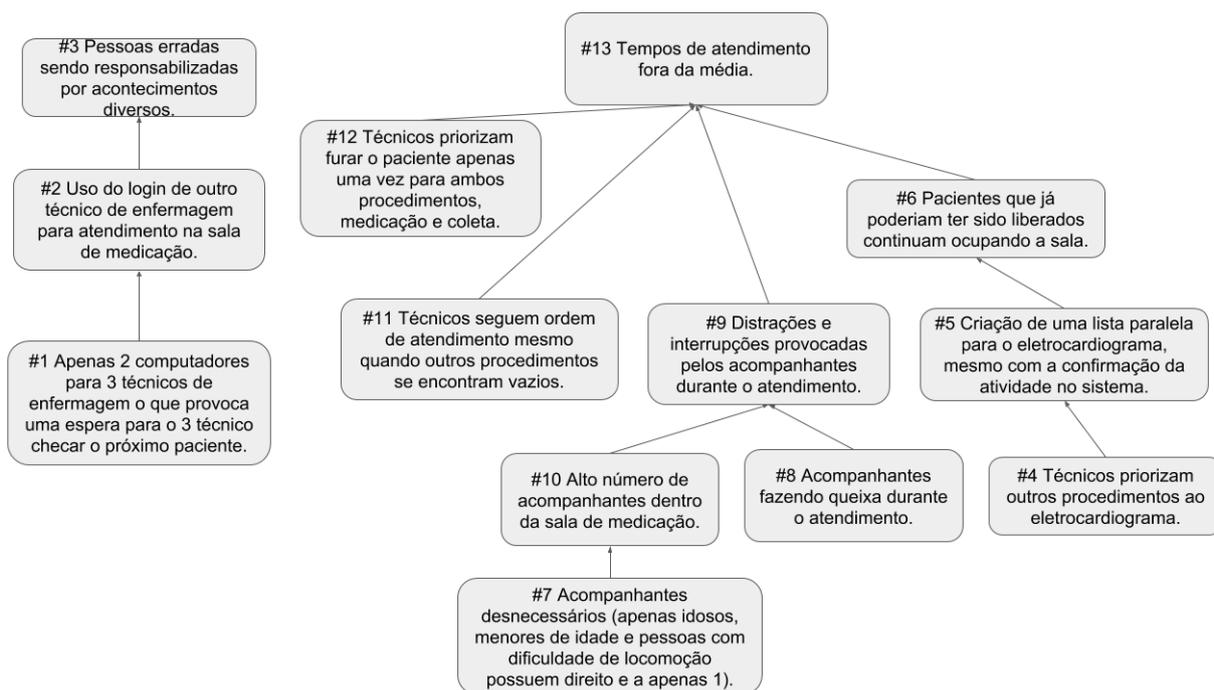
Fonte: os autores

## 4.2 Identificação e análise de problemas

Após a modelagem dos processos agregados, foi construída uma lista de problemas encontrados nos processos através das entrevistas e observações de campo. Esses problemas foram analisados e foi construído um diagrama de causa-efeito para que as causas pudessem ser identificadas e resolvidas, conforme representado na Figura 2. A esse diagrama, damos o nome de Árvore da Realidade Atual (ARA), uma ferramenta da Teoria das Restrições, utilizada para encontrar uma causa comum a todos os efeitos indesejáveis (EIs) que serão listados. Ela se baseia na afirmação de que todo sistema possui um causador específico que gera a maioria dos problemas existentes.

A causa dos efeitos indesejáveis nada mais é do que a restrição do sistema que impede a organização de atingir a sua meta. A ARA é particularmente poderosa quando a causa (problema-cerne) são restrições não-físicas e mais difíceis de serem identificadas sem esta metodologia de causa-efeito. Desta maneira a organização consegue mais facilmente identificar a restrição para então combatê-la, eliminando o real problema-raiz.

**Figura 2: Árvore da Realidade Atual**



Fonte: os autores

### 4.3 Matriz de Priorização

As organizações costumam ter muitas demandas e a grande quantidade de processos realizados para sustentá-las podem acabar se tornando mal geridos e analisados se não tiverem a devida atenção da equipe. Para melhorar a qualidade desses processos, podemos contar com algumas ferramentas que auxiliam no processo de definição das prioridades e na resolução dos problemas que acabam surgindo ao longo do seu desenvolvimento, uma dessas ferramentas é a Matriz de Priorização.

Uma matriz de priorização nada mais é do que uma tabela que ajuda uma empresa a identificar quais problemas em suas operações e negócios devem ser priorizados, é uma ferramenta de fácil utilização e de simples entendimento. Seu uso correto agiliza as tomadas de decisão ao definir, com critérios, o nível de importância de cada um. Ela pode ser utilizada em qualquer tipo de organização e nas mais diversas situações que demandam a priorização ou organização.

A causa raiz de um problema é a principal causa que originou uma não conformidade, as encontradas foram: tempos de atendimento fora da média e pessoas erradas sendo responsabilizadas por problemas diversos. Para a análise e comparação dessas causas seja feita, foram levantados 4 aspectos: Gravidade, Urgência, Impacto na Insatisfação dos Pacientes e Dificuldade de Intervenção, conforme Figura 3.

**Figura 3: Matriz de priorização**

	Gravidade	Urgência	Impacto satisfação dos pacientes	Dificuldade de intervenção	
Pesos	3	2	2	1	
Apenas 2 computadores para 3 técnicos de enfermagem o que provoca uma espera para o 3º técnico checar o próximo paciente.	4	4	1	4	26
Técnicos priorizam furar o paciente apenas uma vez para ambos procedimentos, medicação e coleta.	4	5	4	2	32
Técnicos seguem ordem de atendimento mesmo quando outros procedimentos se encontram vazios.	5	5	4	2	35
Acompanhantes desnecessários (apenas idosos, menores de idade e pessoas com dificuldade de locomoção possuem direito e a apenas 1).	3	2	2	1	18
Acompanhantes fazendo queixa durante o atendimento.	2	2	2	3	17
Técnicos priorizam outros procedimentos ao eletrocardiograma.	3	4	3	2	25
	0 - Pouco 5 - Muito	0 - Pouco 5 - Muito	0 - Pouco 5 - Muito	0 - Pouco 5 - Muito	

**Fonte: os autores**

#### 4.4 Simulação

A partir da priorização das causas raízes, a ênfase do estudo é a realização dos procedimentos, especificamente procedimento de medicação e coleta de exames laboratoriais. O paciente é direcionado à sala de medicação, onde são feitos também eletrocardiograma e nebulização. Na sala de medicação são alocados três técnicos de enfermagem que podem realizar a mesma atividade e na sala anexa um técnico de enfermagem do laboratório realiza a coleta.

Apesar de existir pacientes com prescrição de várias combinações de procedimentos, será considerado no modelo de simulação três tipos de pacientes: paciente medicação, paciente coleta e paciente medicação e coleta. Tanto os técnicos de enfermagem quanto os técnicos do laboratório têm acesso a fila do sistema, e assim que eles ficam disponíveis chamam o próximo paciente, a espera pelos dois procedimentos pode ser considerado fila diferente.

Na situação atual, representado no cenário 1, quando há paciente só para coleta, ele é chamado conforme a disponibilidade do técnico de laboratório e conforme a fila. Porém, para o paciente medicação e coleta, o técnico de laboratório espera chegar a vez do paciente ser medicado pelo técnico de enfermagem para realizar os procedimentos juntos.

No entanto, a espera para o procedimento de medicação, normalmente, é mais longa e com isso, depois da coleta, o paciente ainda é obrigado a ficar na unidade esperando o processamento dos exames. Os pacientes com prescrição só para medicação são considerados no modelo, pois eles demandam o mesmo recurso que o paciente de medicação e coleta (técnicos de enfermagem).

Buscando um ganho de tempo para pacientes medicação e coleta, foi proposto no cenário 2, a ordem 'coleta – medicação', permitindo que o tempo de processamento dos exames seja paralelo com o tempo de espera do paciente pelo atendimento da medicação.

Com os dados analisados de janeiro a julho do ano de 2019, foi possível analisar o tempo médio entre as chegadas na sala de medicação por hora do dia, mostrado no gráfico 1. Os dados considerados foram a distribuição de 9h às 21h, e com o analisador de dados do software Arena (Input Analyser) foi obtido a distribuição de Weibull com a expressão  $-0.001 + WEIB(6.02, 1.13)$ .



Fonte: os autores

A partir dos dados de cada atividade foram construídos dois modelos de processo de atendimento, um em série e outro em paralelo. Quando os dois são comparados entre si, nota-se que quando em série o paciente é obrigado a esperar o processamento dos exames laboratoriais. Já em paralelo, os exames laboratoriais são processados enquanto o paciente se ocupa de outra atividade necessária, a medicação. Assim, ocorre uma otimização do tempo em que o paciente permanece na UPA e conseqüentemente, uma redução na quantidade de pessoas ocupando a mesma unidade, conforme descrito na Tabela 1.

**Tabela 1 – Tempo médio em minutos**

	Cenário 1 (em série)	Cenário 2 (em paralelo)
Tempo útil (em processamento)	33,83	33,81
Tempo de espera de todas as entidades	155,28	140,09
Tempo de atravessamento	189,11	155,13

Fonte: os autores

## 5. Conclusão

O artigo reforça a importância de aproximar os mundos da Engenharia do mundo da saúde. Dessa forma, destaca que ferramentas tradicionais da Engenharia podem ser utilizadas no contexto das organizações de saúde e trazem ganhos para a qualidade da assistência prestada.

Para além dos produtos entregues, a grande contribuição é com o método. A utilização da Engenharia de Processos na Unidade de Pronto Atendimento permitiu analisar todo o processo de atravessamento do paciente, percorrendo a identificação de problemas e suas causas. Essas etapas, quando somadas a Simulação de Eventos Discretos, permitiu identificar o procedimento gargalo e, que conseqüentemente, gera maior formação de filas

é a medicação. Dessa forma, as propostas visaram propor alternativas de mínimo custo para a garantia de um menor tempo de atravessamento aos pacientes.

Dessa forma, o objetivo preliminarmente definido foi alcançado. A análise da situação atual da unidade contribui para identificar efeitos indesejáveis e propor melhorias. O uso da simulação mostrou-se importante para oferecer aos gestores uma ferramenta de análise para tomada de decisão, conhecendo o resultado da preposição antes de interferir no sistema real.

Uma das limitações do trabalho foi a dificuldade de encontrar tempos médios precisos para cada procedimento separadamente, já que os dados atuais consideram o tempo de entrada e saída da sala de medicação, o que pode acabar englobando outros tempos que não agregam valor. Em um primeiro momento, uma sugestão para trabalhos futuros é propor soluções para todas as causas raízes identificadas. Em um segundo momento, é possível replicar o método de melhoria de processos para os demais processos da organização e simular uma combinação de todos os outros procedimentos realizados na unidade, como o raio-x, eletrocardiograma e sutura, de forma a construir uma solução ainda mais completa aos pacientes que usam as unidades de saúde.

## Referências

ANTONACCI, G; REED, J.E; LENNOX, L; BARLOW, J. The use of process mapping in healthcare quality improvement projects. **Health Services Management Research**, v. 31, n.2, p. 74-84, 2018.

BORBA, G. S. **Desenvolvimento de uma abordagem para a inserção da simulação no setor hospitalar de Porto Alegre**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. 1998. Dissertação (Mestrado) – Gerência de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.648, de 7 de novembro de 2011**. Redefine as diretrizes para implantação do Componente Unidade de Pronto Atendimento (UPA 24h) e do conjunto de serviços de urgência 24 (vinte e quatro) horas da Rede de Atenção às Urgências, em conformidade com a Política Nacional de Atenção às Urgências. Gabinete do Ministro, Brasília, DF, 8 nov. 2011.

SABBADINI, F. GONÇALVES, A. OLIVEIRA, M. Gestão da capacidade de atendimento e simulação computacional para a melhoria na alocação de recursos e no nível de serviço em hospitais. **III SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. 2006.

JOAQUIM, E. D. & VIEIRA, G. E. **Modelagem e análise de um novo centro cirúrgico para um hospital em crescimento: uma abordagem baseada em simulação**. Produção, v. 19, n.2, p. 274-291, maio/ago. 2009.

JÚNIOR, Edward. **Simulação e otimização do processo de atendimento em uma unidade de saúde**. 2015. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

LIMA, L. **Pior recessão da história complica retomada da economia brasileira**. Revista Época, Disponível em: <https://epoca.globo.com/economia/noticia/2017/03/pior-recessao-da-historia-complica-retomada-da-economia-brasileira.html>. Acesso em: 15 mar. 2018.

REID, P. P.; COMPTON, W. D.; GROSSMAN, J. H.; FANJIANG, G. (Eds.). Building a better delivery system: a new engineering/health care partnership. **National Academies Press**, 2005.

SHIM, J. K.; SIEGEL, J. G. **Operations Management**. 1ª ed. Barron's Educational Series, 1999.

SPIEGEL, T.; DAL FORNO, A. J.; SEVERINO, M. R.; NETO, H. C. A., JUNIOR, R. M.; LEITE, M. S. A. **Tópicos emergentes e desafios metodológicos em engenharia de produção: casos, experiências e proposições**. v. VIII. Projeto e Gestão de Operações em Saúde. Sessão dirigida 01, ENEGEP 2014, Associação Brasileira de Engenharia de Produção, ABEPRO, Curitiba, 2016.