

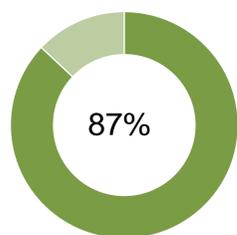
UTILIZAÇÃO DA ABORDAGEM *FACTORY PHYSICS* EM UM AMBIENTE HOSPITALAR: análise do efeito da variabilidade do intervalo entre chegadas e do tempo de processamento na gestão de fluxo de pacientes em uma unidade de emergência.

Alunos: Flávia Regina Gonçalves | Gabriel Nascimento Matarazzo | Lidiane Rocha da Silva | Natália Beatriz da Silva | Yuri Asanuma
Orientador: Marcel Heimar Ribeiro Utiyama | mutiyama@fei.edu.br

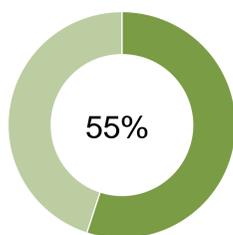
Introdução

Os hospitais são instituições complexas, com densidade tecnológica específica, de caráter multiprofissional e interdisciplinar, responsável pela assistência aos usuários com condições agudas ou crônicas, que apresentem potencial de instabilidade e de complicações de seu estado de saúde, exigindo-se assistência contínua em regime de internação e ações que abrangem a promoção da saúde, a prevenção de agravos, o diagnóstico, o tratamento e a reabilitação. (BRASIL, 2013).

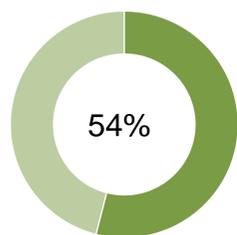
Além da complexidade envolvida no sistema hospitalar, a justificativa do presente trabalho se dá devido a importância do setor da saúde pública na percepção dos brasileiros. Segundo dados do Instituto Data Folha (2014) e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2011):



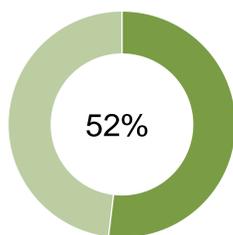
Classificam a área da saúde como muito importante.



Classificam a área da saúde como prioridade principal do governo estadual



Avaliam a saúde pelo SUS com notas de 0 a 4*



Avaliam o atendimento de urgência como regular, ruim ou muito ruim

*Onde 0 é péssimo e 10 é excelente.

Outrossim, vale pontuar a relevância do coeficiente de variação (variabilidade dos dados em relação à média) na área da saúde, tal fato pode ser evidenciado pela frase do médico canadense William Osler (1849-1919), no qual diz que a variabilidade é a lei da vida, [...] nenhum corpo é parecido, e nenhum indivíduo reage igual e se comporta de forma semelhante sob condições anormais. Além disso, o tópico é retratado dentro da abordagem *Factory Physics*, onde segundo Hopp e Spearman (2008), o aumento da variabilidade pode acarretar o degrading do desempenho do sistema produtivo, posto que afeta a maneira como o sistema flui e a quantidade de capacidade que de fato pode ser utilizada e, justamente por conta destes impactos, compreender e gerenciar a variabilidade é essencial para se obter eficácia, sendo que uma simplificação excessiva pode acarretar a perda do objetivo fundamental da empresa que, neste caso, é o atendimento dos pacientes.

Objetivo

O objetivo deste trabalho é: analisar o efeito da variabilidade do intervalo entre chegadas e do tempo de processamento na gestão de fluxos de pacientes em uma unidade de emergência.

Além do objetivo geral, tem-se os objetivos específicos:

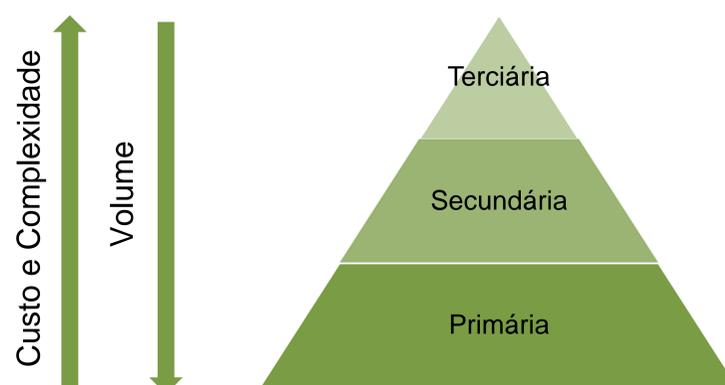
1. Compreender os conceitos e aplicabilidade da abordagem *Factory Physics*;
2. Mapear processos e coletar dados para utilizá-los como variáveis de entrada e identificar possíveis pontos de melhoria;
3. Utilizar os dados coletados como base para aplicação da abordagem *Factory Physics* e desenvolvimento da modelagem e simulação a fim de analisar o efeito da variabilidade no tempo de permanência dos pacientes em estado de urgência na unidade de emergência;
4. Identificar a distribuição de probabilidade que melhor se adequa a tempo médio de permanência por etapa do processo da unidade de emergência;
5. Propor alternativas para mitigar os efeitos da variabilidade.

Metodologia

Abordagem de pesquisa	Abordagem combinada
Métodos de pesquisa	Estudo de Caso e Simulação/Modelagem
Softwares de Simulação/Modelagem	<i>MedModel</i> e <i>StatFit</i>

Estudo de caso

O local escolhido é uma unidade de emergência de um hospital público universitário de alta complexidade especializado em cardiologia, classificado como nível de atenção terciário a saúde.



O recorte do trabalho é dado pelos casos em urgência.

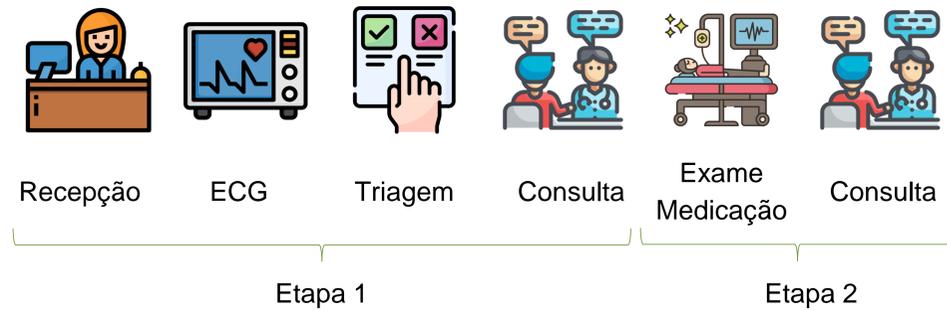
Urgência: Ocorrência imprevista de agravo a saúde com ou sem risco potencial a vida, cujo portador necessita de assistência médica imediata (BRASIL, 2014).

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UTILIZAÇÃO DA ABORDAGEM *FACTORY PHYSICS* EM UM AMBIENTE HOSPITALAR: análise do efeito da variabilidade do intervalo entre chegadas e do tempo de processamento na gestão de fluxo de pacientes em uma unidade de emergência.

Alunos: Flávia Regina Gonçalves | Gabriel Nascimento Matarazzo | Lidiane Rocha da Silva | Natália Beatriz da Silva | Yuri Asanuma
Orientador: Marcel Heimar Ribeiro Utiyama | mutiyama@fei.edu.br

Fluxograma



O paciente chega no hospital e faz o cadastro na recepção, em seguida segue para realizar o ECG, caso esteja sentindo alguma dor torácica, posteriormente realiza a triagem, onde o médico sinaliza se o paciente está em urgência cardiológica ou não. Em caso negativo, o paciente é aconselhado a buscar outros níveis de atenção à saúde do SUS. Em caso positivo, o paciente segue para a consulta e logo após realiza os exames e medicações de acordo com a necessidade, por fim, retorna à consulta, onde o médico sinaliza se o paciente pode receber alta ou se deve ser internado. Esse trabalho se restringiu à etapa 1, haja vista que a etapa 2 é pouco padronizada e por restrição de tempo não seria possível coletar uma amostra significativa.

Principais problemas

1. Alta taxa de pacientes de demanda espontânea;
2. Desinformação da sociedade acerca dos níveis de atenção à saúde;
3. Variabilidade da demanda;
4. Tempo médio de permanência dos pacientes acima da meta de 04:00 horas estabelecida pelo hospital;
5. Indisponibilidade de dados por etapa de processo.

Factory Physics

Desenvolvida por Hopp e Spearman (2008), *Factory Physics* é uma abordagem que deriva da teoria das filas e tem como objetivo fundamental, através de uma abordagem científica, as relações das variáveis envolvidas na manufatura.

Ainda de acordo com Hopp e Spearman (2008), a variabilidade existe em todos os sistemas de produção e pode causar um grande impacto no seu desempenho. Esse projeto analisa o efeito da variabilidade dos tempos de processamento e da variabilidade do intervalo entre chegadas.

Resultados e discussões

As análises realizadas de acordo com a abordagem *Factory Physics* permite que os gestores tenham um panorama geral do estado atual do processo, no entanto, apenas com as análises da variabilidade pode-se obter uma análise mais assertiva.

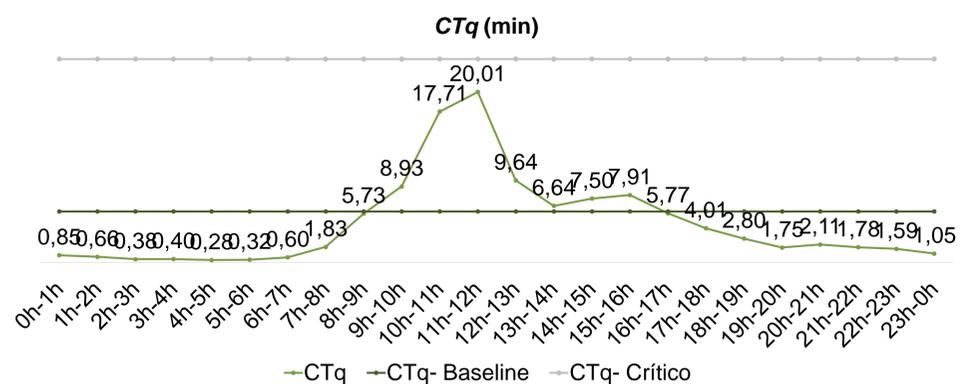
Estação	Recepção	ECG	Triagem	Consulta	Total
Tempo de processamento efetivo - te (min)	2,60	5,50	8,80	25,60	42,50
Tempo de fila - CTq (min)	0,00	1,51	4,39	0,08	5,99
Tempo de ciclo total - CT total (min)	2,60	7,01	13,19	25,68	48,49

A análise do cenário baseline mostra que o paciente passa cerca de 49 min para ser atendido, além disso, cerca de 14% do tempo se dá pelo tempo de espera. Ainda é possível verificar que a estação que mais onera o sistema é a estação de triagem.

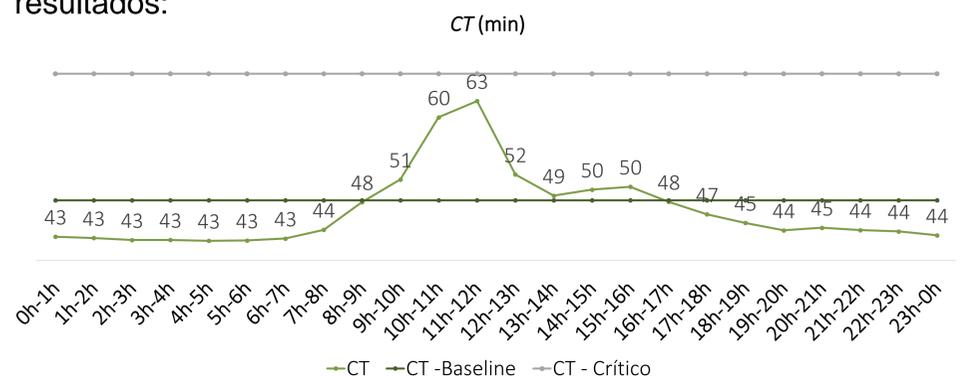
Coefficiente de variação do te	0,80	0,50	0,50	0,60
Coefficiente de variação da ta	1,60	1,60	1,60	1,50

Nota-se também que a degradação do sistema é maior devido o efeito da variabilidade do intervalo entre chegadas do que do efeito da variabilidade do tempo efetivo de processamento

Variabilidade do intervalo entre as chegadas



Através do gráfico é possível observar que durante a madrugada, começo da manhã e logo após às 19h00 min o tempo na fila é muito baixo, quase chegando a zero, enquanto em períodos próximos ao almoço (entre às 10h00 min até às 16h00 min), onde se tem maior número de pacientes na fila, tem-se um aumento considerável neste tempo de espera. O tempo na fila influencia no tempo de ciclo, fazendo com que este seja maior, uma vez que o tempo de ciclo é dado pela somatória do tempo efetivo de processamento com o tempo na fila e levando isto em consideração, se tem os seguintes resultados:



Nota-se por meio do gráfico, que o tempo de ciclo permanece muito próximo ao tempo efetivo de processamento nos períodos de baixa demanda, onde se tem um número de pacientes na fila muito pequeno e conseqüentemente um tempo na fila menor, todavia, o indicador tem um aumento significativo nos momentos de maior fluxo em decorrência no maior tempo de espera.

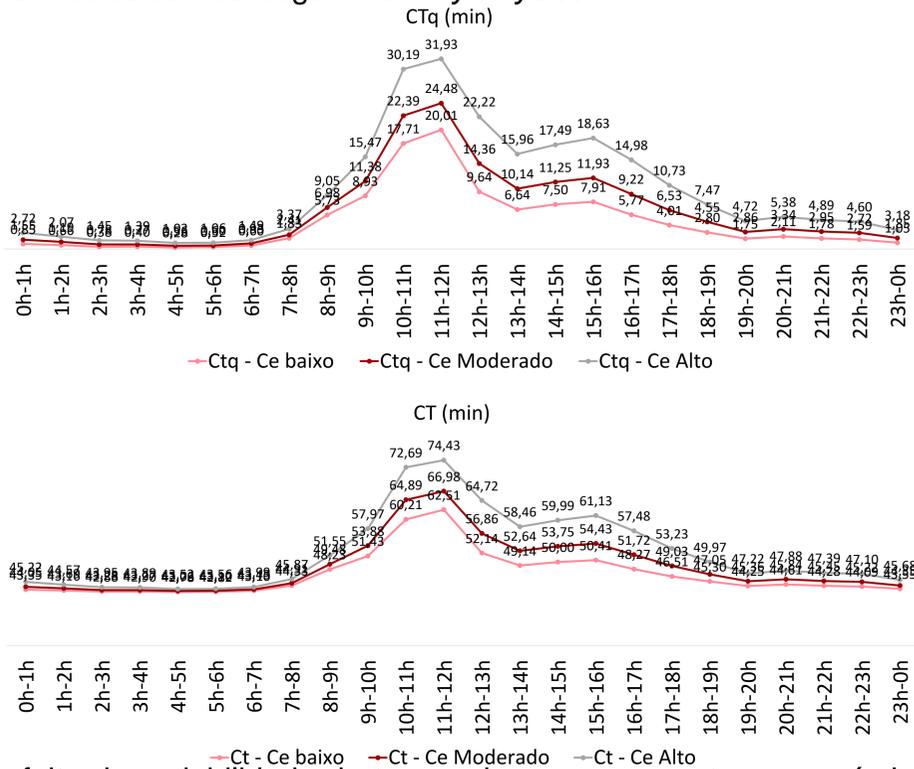
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UTILIZAÇÃO DA ABORDAGEM *FACTORY PHYSICS* EM UM AMBIENTE HOSPITALAR: análise do efeito da variabilidade do intervalo entre chegadas e do tempo de processamento na gestão de fluxo de pacientes em uma unidade de emergência.

Alunos: Flávia Regina Gonçalves | Gabriel Nascimento Matarazzo | Lidiane Rocha da Silva | Natália Beatriz da Silva | Yuri Asanuma
Orientador: Marcel Heimar Ribeiro Utiyama | mutiyama@fei.edu.br

Variabilidade do tempo de processamento

Como não foi possível realizar a coleta de dados em todos os diferentes horários do dia e nem com os diferentes médicos que atuam no hospital, fez-se necessário utilizar as faixas de variabilidade da abordagem *Factory Physics*.



O efeito da variabilidade do tempo de processamento nos períodos de baixo fluxo é pouco significativo, com variação abaixo de 1% do cenário de baixa para alta variabilidade no caso do tempo na fila e cerca de 5% para o tempo de ciclo. Em contrapartida, nos períodos em que se tem maior demanda (entre 10h00 min e 16h00 min), o efeito se mostra problemático, apresentando uma variação de aproximadamente 20% entre os tempos de ciclo. Posto isto, fica evidente a necessidade de diferentes gestões dos fluxos para atender as exigências dos distintos intervalos considerados.

Variabilidade - MedModel

		Variabilidade da demanda	Tempo Médio no Sistema (min)	Tempo Médio em Operação (min)	Utilização média semanal - Triagem
Variabilidade no tempo de processamento	Baixa	Baixa	50.8	31.82	43,68%
		Média	90.76	31.95	56,51%
		Alta	168.81	32.03	70,56%
	Alta	Baixa	73.94	37.18	49,47%
		Média	143.18	37.15	65,89%
		Alta	270.83	37.05	81,71%

Ao inserir a variabilidade tanto no tempo de processamento como na demanda, para verificar o comportamento do sistema, é possível verificar que quanto maior a variabilidade no tempo de processamento, maior é o tempo médio em operação e quanto maior é a variabilidade da demanda, maior é o tempo médio no sistema e o aumento desse tempo se dá principalmente pelo tempo de espera, além disso, é possível verificar que há também o aumento da utilização média da estação gargalo.

No pior cenário, quando há alta variabilidade tanto na demanda como no tempo de processamento, o paciente pode passar até cerca de 04h30min no sistema e o gargalo, dado pela triagem, chega a ter uma utilização de 82%.

Propostas de melhoria

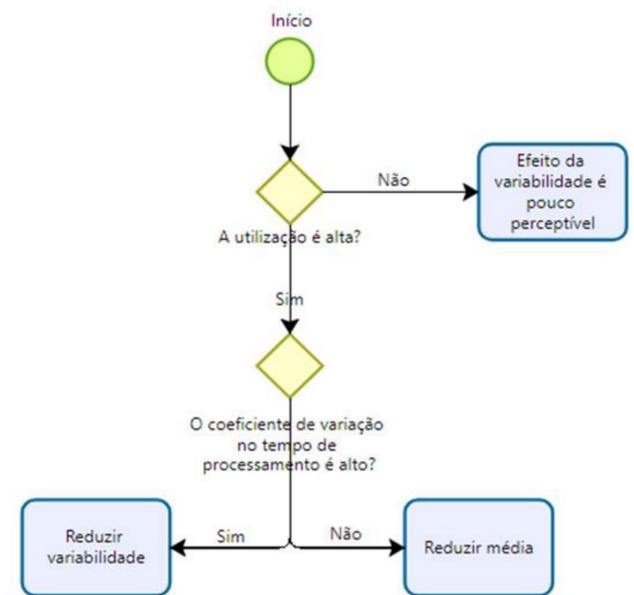
- Realizar a coleta dos dados em cada processo de forma segmentada;
- Tratar a base de dados antes de realizar análises;
- Desenvolver as análises e indicadores fazendo a segmentação dos horários;
- Desenvolver formas de conscientização da população com relação aos níveis de atenção da saúde;
- Ajustar o número de atendentes na triagem nos períodos de maior demanda.

Cenário	Tempo médio no sistema (min)
Cenário de pior caso	73,21
Cenário de melhoria	54,23

Como mostrado na tabela acima, após simular a movimentação de um médico do consultório para a triagem no pior caso, houve uma diminuição no tempo médio de permanência de quase 20 min.

Fluxograma para tomada de decisão com relação a utilização e variabilidade no tempo de processamento (ce)

É possível identificar, por meio do fluxograma, quais devem ser as iniciativas para mitigar o efeito da variabilidade, levando em consideração a utilização do gargalo e o tempo de processamento



Considerações Finais

O presente trabalho conseguiu mostrar quais são os efeitos das variabilidades de chegadas e do tempo de processamento no fluxo de pacientes da unidade de emergência, onde pôde-se comprovar o efeito devastador que tal fator pode apresentar no sistema com um aumento de 433% no tempo que o paciente passa no hospital do cenário de baixa variabilidade na demanda e tempo de processamento em comparação ao de alta demonstrados por meio das simulações, respondendo então à questão de pesquisa e atingindo os objetivos iniciais.

Trabalhos futuros podem focar em investigar formas de mitigar o efeito da variabilidade de chegadas e tempo de processamento além do aprofundamento das análises incorporando variáveis não consideradas no projeto.