

GESTÃO DE OPERAÇÕES HOSPITALARES: UM ESTUDO DE CASO SOBRE INDICADORES DE EFICIÊNCIA EM SERVIÇOS CIRÚRGICOS

HOSPITAL OPERATIONS MANAGEMENT: A CASE STUDY ON EFFICIENCY INDICATORS IN SURGICAL SERVICES

GESTIÓN DE OPERACIONES HOSPITALARIAS: ESTUDIO DE CASO SOBRE INDICADORES DE EFICIENCIA EN SERVICIOS QUIRÚRGICOS.

Lara Camila Nery Vieira

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
laracamilanery@hotmail.com

Cristiane Agra Pimentel

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
cristianepimentel@ufrb.edu.br

Thiago Antonio Souza

Universidade do Minho
thiagosouza.uem@gmail.com

Neymar Alessandro de Toledo

Universidade Cruzeiro do Sul
neymar.scpassos@gmail.com



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Creative Commons Attribution License
This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License
Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Creative Commons Attribution License

RESUMO

Este artigo tem como objetivo relatar um estudo de caso da verificação de indicadores de eficiência *Operating Room Effectiveness* (ORE) e *Makespan* em um hospital em Minas Gerais – MG. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica e estudo de caso. Como resultados foram calculados e analisados os valores do ORE e *Makespan* das salas do hospital e sugeridas contramedidas para melhoria das operações do centro cirúrgico e análise de dados. O indicador *Makespan* auxiliou durante a investigação da validação dos dados tempos e perdas que definem o ORE, além de assistir na melhor visualização da disponibilidade das salas cirúrgicas e seu uso. Este artigo contribui ao trazer um estudo de caso que demonstra a utilização de indicadores para pontuar contramedidas, além de apresentar a necessidade do conhecimento sobre os indicadores para além do seu cálculo, uma vez que é necessário fundamentar os conhecimentos na cultura da organização para que as medições e consequentemente, os indicadores sejam consistentes e capazes de auxiliar na tomada de decisão rápida e precisa.

Palavras-chave: Indicadores. Gestão de Operações. Centro Cirúrgico.

SUMMARY

This article aims to report a case study of the verification of efficiency indicators *Operating Room Effectiveness* (ORE) and *Makespan* in a hospital in Minas Gerais – MG. The methodology used was the literature review and case study. As a result, the ORE and *Makespan* values of the hospital rooms were calculated and analyzed, and countermeasures were suggested to improve operating room operations and data analysis. The *Makespan* indicator helped during the investigation of the validation of the time and loss data that define the ORE, in addition to helping to better visualize the availability of operating rooms and their use. This article contributes by bringing a case study that demonstrates the use of indicators to score countermeasures, in addition to presenting the need for knowledge about indicators beyond their calculation, since it is necessary to base knowledge on the organization's culture so that the measurements and, consequently, the indicators are consistent and capable of assisting in quick and accurate decision-making.

Keywords: Indicators. Operations Management. Surgery Center.

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo reportar un caso de estudio de la verificación de indicadores de eficiencia de Eficacia de Sala de Operaciones (ORE) y *Makespan* en un hospital de Minas Gerais - MG. La metodología utilizada fue la revisión de la literatura y el estudio de caso. Como resultado, se calcularon y analizaron los valores ORE y *Makespan* de las habitaciones del hospital, y se sugirieron contramedidas para mejorar las operaciones de la sala de operaciones y el análisis de datos. El indicador *Makespan* ayudó durante la investigación de la validación de los datos de tiempo y pérdida que definen el ORE, además de ayudar a visualizar mejor la disponibilidad de quirófanos y su uso. Este artículo contribuye con traer un estudio de caso que demuestra el uso de indicadores para puntuar contramedidas, además de presentar la necesidad de conocimiento sobre los indicadores más allá de su cálculo, ya que es necesario basar el conocimiento en la cultura de la organización para que las mediciones y, en consecuencia, los indicadores son consistentes y capaces de ayudar en la toma de decisiones rápida y precisa.

Palabras clave: Indicadores. Jefe de operaciones. Centro cirúrgico.

INTRODUÇÃO

O setor da saúde tem demonstrado fragilidades as quais desafiam a sustentabilidade das organizações e influenciam diretamente na qualidade do atendimento ao paciente: alto tempo de espera, erros médicos, erros laboratoriais. No Centro Cirúrgico (CC) ocorrem operações importantes para a saúde do paciente e se enquadra como um setor influente em todo o fluxo hospitalar: impacta diretamente no giro de leitos, nas receitas e custos de um hospital.

O CC é o ponto onde vários setores do hospital se encontram, tais como: Unidade de Terapia Intensiva (UTI), enfermarias, pronto-socorro, laboratório e diagnóstico por imagem (COSTA JUNIOR, 2015). Ademais, trata-se de um setor que não admite erros e que demanda de equipamentos específicos e profissionais estritamente especializados para seu funcionamento (SOUZA; VACCARO; LIMA, 2020). Segundo Martins e Dall’Agnol (2016) os desafios e limitações do gerenciamento do CC derivam da imprevisibilidade e necessidade constante de replanejamento e reorganização de ações. E se intensifica quando surgem outros problemas como deficiência de materiais e equipamentos, ruídos de comunicação, desgaste físico e emocional dos trabalhadores.

No estudo feito pela Planisa (2021) em mais de 200 hospitais privados e públicos ativos da América Latina, no primeiro semestre de 2021, a média de custo/hora dos centros cirúrgicos foi de R\$ 783, e a média da taxa ocupacional nesses hospitais foi de 41,1%. É essencial que os processos dentro de um CC ocorram de maneira eficiente, com o mínimo de desperdícios de tempo e processo para evitar prejuízos financeiros causados pela não operação das salas cirúrgicas. Uma gestão eficiente das operações permite ganhos de desempenho por meio de técnicas para análise, planejamento, execução, monitoramento dos processos existentes com o objetivo de reduzir custos, aumentar a produtividade e o lucro, de forma a garantir atendimento seguro e de qualidade ao paciente.

Nesse cenário, organizações de saúde vem utilizando uma filosofia de gestão advinda da manufatura, o *Lean*; a qual é baseada na eliminação de desperdícios para agregação de valor ao seu cliente, o paciente. O *Lean Healthcare* possui ferramentas e técnicas elaboradas com o intuito de eliminar 8 desperdícios: transporte, defeito, movimentação, estoque, espera, superprodução, talento e retrabalho. Souza, Vaccaro e Lima (2020) propuseram o *Operanting Room Effectiviness* - ORE, um indicador de eficiência geral do centro cirúrgico, mede o quão bem estão os procedimentos cirúrgicos, considerando todas as perdas existentes no processo. Ele é dado pelo percentual do tempo de agregação de valor em relação ao tempo total disponível para realização dos procedimentos nas salas cirúrgicas.

Em uma revisão bibliográfica inicial feita em bases de dados como *Scielo* e *Google Academic* encontraram-se quatro trabalhos publicados sobre o ORE que demonstram o quanto esse indicador pode contribuir para um maior desempenho das salas cirúrgicas e melhoria nos resultados financeiros. Souza (2015) adaptou o indicador OEE e o transformou em ORE, aplicou o novo método em um hospital do sul do Brasil e obteve um ganho de eficiência de 12% e uma redução de custo anual de R\$1.200.000,00. Guimarães (2018), a partir do estudo anterior, aplicou o indicador em um hospital da região centro-oeste do Brasil resultando em um ORE de 51,4% e as principais perdas encontradas foram os cancelamentos de cirurgia e o tempo de espera.

Souza, Vaccaro e Lima (2020), utilizaram o estudo de Souza (2015) como base e deram mais robustez ao método e dinâmica da informação, apresentando um ORE de 57,3% sendo as perdas que mais influenciavam sobre o indicador os cancelamentos, os não agendamentos e, o tempo de limpeza e preparação das salas (*setup*). Em Souza *et al.* (2021), nota-se uma aplicação do indicador em um hospital da região sudeste brasileira, onde foi possível aumentar o ORE de 45% em 2018 para 60% em 2019, além de confirmar evidências de que através do monitoramento pelo ORE e identificação das perdas, as melhorias são mais efetivas no fluxo cirúrgico.

Esta pesquisa justifica-se ao trazer um estudo de caso que demonstra como o uso de indicadores no centro cirúrgico auxiliam na identificação de problemas, perdas que influenciam diretamente na produtividade da sala cirúrgica, demonstrando o melhor caminho para a tomada de decisão rápida e precisa. O objetivo deste artigo é relatar um estudo de caso voltado a verificação de indicadores de eficiência como o ORE e *Makespan* em um hospital de grande porte de Minas Gerais – MG.

INDICADORES DE DESEMPENHO EM SAÚDE

Os indicadores-chave de desempenho (KPI's, sigla do inglês *Key Performance Indicator*) são fundamentais para auxiliar as empresas. A partir dos KPI's é possível tomar a decisão certa caso haja uma base de dados bem fundamentada. Qualquer organização pode acompanhar seu desenvolvimento,

umentar a previsibilidade dos acontecimentos e teste de cenários, ao possuir estudos com base de dados confiáveis. Quando uma organização acompanha diariamente os indicadores de suas atividades, torna-se mais fácil encontrar e resolver qualquer problema em seu processo (MOTTA; DE ALMEIDA, 2019).

Os indicadores na saúde possuem papel essencial para ajudar a mapear o perfil do diagnóstico da situação atual do local e avaliar o atendimento hospitalar ou ambulatorial. O treinamento das pessoas se mostra fundamental para a manutenção da qualidade do serviço com auxílio do monitoramento da situação pelos indicadores (MACÊDO, *et al.*, 2021). As métricas de desempenho das salas cirúrgicas estão ligadas as variáveis unitárias: disponibilidade das salas, cancelamentos das cirurgias, a agenda de cirurgias, a limpeza e preparação das salas e da variação de estágio de gravidade do paciente e o tipo de tratamento necessário (CIMA *et al.*, 2011; MARJAMAA; VAKKURI; KIRVELÄ, 2008).

Este artigo irá citar dois indicadores de desempenho da saúde, mais especificamente para o setor cirúrgico: o ORE e o *Makespan*.

ORE

A Manutenção Produtiva Total (TPM - *Total Productive Maintenance*), ferramenta do *Lean*, possui um indicador chamado *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) com o objetivo de medir a eficiência global de um equipamento ou de um sistema produtivo. Ao identificar 6 tipos de perdas dentro de 3 grupos: perdas de disponibilidade, perdas de performance e perdas de qualidade. As perdas são subtraídas do tempo disponível e possibilitam enxergar os pontos que precisam de atenção para melhoria da eficiência do sistema ou equipamento e assim direcionar as ações de melhoria (NAKAJIMA, 1988). O TPM e o OEE têm origem industrial, logo seus conceitos e perdas são definidas de acordo com esse cenário. Dentro de hospitais as perdas podem ser reinterpretadas conforme as atividades de apoio ou do paciente dentro fluxo hospitalar.

Nos hospitais, o fluxo cirúrgico possui especificidades que foram abordadas na adaptação feita por Souza (2015) e aperfeiçoadas por Souza, Vaccaro e Lima (2020) do OEE. O indicador foi denominado *Operating Room Effectiveness* (ORE) e integra 7 perdas nas 3 classes predefinidas na construção do OEE para manter a compatibilidade no entendimento e cálculo desenvolvido. O Quadro I possui a classificação das perdas existentes no fluxo cirúrgico de acordo com Souza et al. (2020).

Quadro I – Sete grandes perdas do fluxo cirúrgico relacionadas as classes do ORE

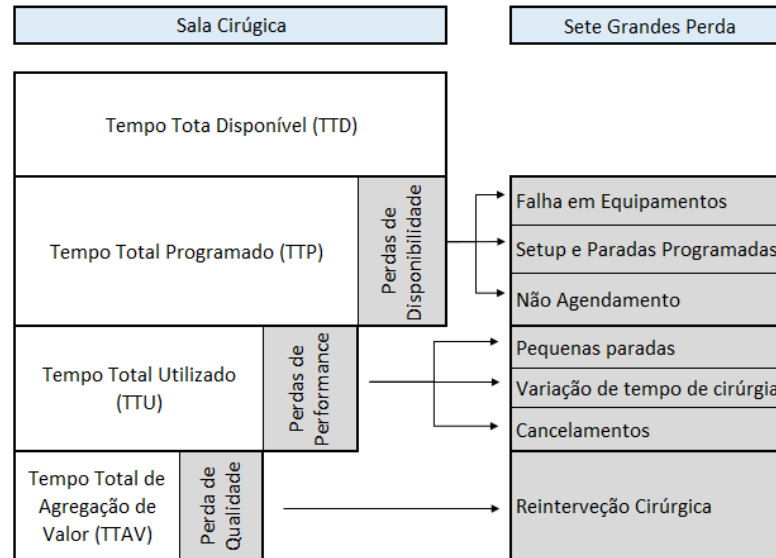
Classes	Sete Grandes Perdas
Perdas de Disponibilidade	Paradas planejadas para manutenção <i>Ex: Falha em equipamento.</i>
	Setup e paradas programadas <i>Ex: Sala em preparação, limpeza.</i>
	Não agendamentos <i>Ex: Tempo de ociosidade da sala cirúrgica por falta de paciente agendado.</i>
Perdas de Performance	Pequenas paradas <i>Ex: Queda de energia, falta de ferramenta, falha no equipamento durante cirurgia.</i>
	Variação do tempo de cirurgia <i>Ex: tempos programados em agenda diferentes dos tempos utilizados em sala.</i>
	Cancelamentos ou Suspensão <i>Ex: Cancelamento do paciente programado em agenda no dia da cirurgia.</i>
Perdas de Qualidade	Reintervenções cirúrgicas <i>Ex: Reintervenção por falha anterior.</i>

Fonte: Adaptado de Souza, Vaccaro e Lima (2020)

Segundo Souza, Vaccaro, Lima (2020), os indicadores que originam o ORE são definidos como a razão entre tempos e suas perdas. A Figura I demonstra a relação existente entre estes tempos através do gráfico cascata. Nele é possível visualizar o tempo em que cada perda pertence (de onde ela deve ser

retirada) e em qual tempo sua diminuição resulta. Diferente das métricas de desempenho na saúde que normalmente são calculadas de maneira individual o ORE integra diferentes variáveis. O gráfico cascata é uma importante ferramenta visual na representação dos dados que influenciam no ORE, pois demonstra sua relação.

Figura I – Variáveis e perdas do indicador ORE



Fonte: Adaptado de Souza, Vaccaro e Lima (2020)

De acordo com Souza, Vaccaro, Lima (2020) o Tempo Total Disponível (TTD) é definido como o tempo total em que a sala cirúrgica tem para funcionar, e normalmente é determinado pela administração do hospital. A partir dele tem-se o Tempo Total Programado (TTP) identificado como a diminuição das perdas de disponibilidade (falha de equipamentos, sala em preparação para cirurgia, tempo de limpeza, e não agendamento), pois são perdas evidenciadas em agenda que podem ocorrer antes da intervenção cirúrgica. Com essas variáveis é possível calcular o primeiro indicador necessário para se obter o ORE, a Disponibilidade, como visto na Equação 1 (Eq. 1).

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Total Programado (TTP)}}{\text{Tempo Total Disponível (TTD)}} \quad \text{Eq. 1}$$

Ao diminuir-se o TTP das perdas de performance obtém-se o Tempo Total Utilizado (TTU), período no qual há o ato cirúrgico e englobam as intervenções em sala. As perdas de performance podem ser definidas como todo fato que possa pausar o procedimento cirúrgico como pequenas paradas durante a cirurgia, variação do tempo da cirurgia (quando o tempo de cirurgia diverge do tempo programado) ou quando o há cancelamento da cirurgia no dia que iria ocorrer não permitindo reorganização para o horário. Os cancelamentos feitos antes do dia da cirurgia, quando não há possibilidade de realocação para o horário que foi vago, são caracterizados como não agendamento. A análise das perdas de performance precisa de atenção, pois cirurgias que utilizam maior tempo que o previsto, podem causar cancelamentos, logo uma perda pode causar outra (SOUZA; VACCARO; LIMA, 2020). O indicador de Performance é a fração entre o TTU e o TTP, expressa na Eq. 2.

$$\text{Performance} = \frac{\text{Tempo Total Utilizado (TTU)}}{\text{Tempo Total Programado (TTP)}} \quad \text{Eq. 2}$$

O Tempo Total de Agregação de Valor (TTAV) é fruto da diminuição das perdas de qualidade do TTU. O TTAV é definido como tempo em que há de fato acréscimo de valor ao paciente, ou seja,

apenas intervenções cirúrgicas sem erro ou falha (SOUZA; VACCARO; LIMA, 2020). O indicador Qualidade é a razão entre o TTAV e o TTU como expressa a Eq 3.

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Tempo Total de Agregação de Valor (TTAV)}}{\text{Tempo Total Utilizado (TTU)}} \quad \text{Eq. 3}$$

O cálculo do ORE é produto da multiplicação dos indicadores de disponibilidade, performance e qualidade ou pela razão entre o tempo total de agregação de valor (TTAV) e o tempo total disponível (TTD), como mostra as Equações 4 e 5 (SOUZA; VACCARO; LIMA, 2020).

$$\text{ORE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} \quad (\text{Eq.4})$$

$$\text{ORE} = \frac{\text{Tempo Total de Agregação de Valor (TTAV)}}{\text{Tempo Total Disponível (TTD)}} \quad (\text{Eq. 5})$$

Segundo Nakajima (1993) as organizações com equipamentos ou sistemas produtivos com indicador OEE de 85% são consideradas de classe mundial. Ainda não existem níveis de referência no ORE. Após a aplicação do indicador e de ferramentas e métodos para melhoria, os estudos de aplicação do indicador mostram valores de eficiência das salas cirúrgicas entre 45% e 60,4% (SOUZA *et al.*, 2021). Pode-se perceber que as chances do ORE chegar a 100% são poucas, visto que a limpeza e preparação das salas (*setup*) são perdas necessárias para um procedimento de qualidade. O ORE foi desenvolvido com o objetivo de monitorar e auxiliar no crescimento máximo da eficiência das salas cirúrgicas hospitalares.

Makespan

Makespan é uma métrica de desempenho definida como o instante de término de processamento de todas as tarefas a serem processadas (DIAS, 2015). Quando trazido para o ambiente hospitalar, é igual a subtração entre hora de saída do último paciente e hora de entrada do primeiro paciente na sala (DEMEULEMEESTER, *et al.*, 2013). O cálculo é expresso na Eq. 6.

$$\text{Makespan} = \text{Hora de saída do último paciente da sala} - \text{Hora de entrada do 1º paciente da sala} \quad (\text{Eq. 6})$$

Alguns estudos publicados possuem o foco na diminuição desse número. Em Moreira, de Souza e de França Filho (2014) foi proposto um algoritmo considerando eventos dinâmicos (com quebra de máquinas) para redução de *Makespan*. Dias (2015), produziu um sequenciamento da produção para minimizar o *Makespan* de uma indústria de cosméticos. Em Scolastici (2020) é possível perceber a importância de cálculo do *Makespan* como parâmetro para modelos matemáticos para solução de *Flow Shop* (problema de otimização de programação de tarefas em sistemas de produção). No âmbito da saúde Augusto (2010) conseguiu minimizar a soma do *Makespan* de pacientes submetidos à cirurgia através da reorganização da agenda de marcação de cirurgia eletivas do local.

METODOLOGIA

Segundo Gil (2017), esta pesquisa é classificada como descritiva e experimental, características do estudo de caso. O trabalho teve como objetivo descrever um estudo de caso voltado a verificação de indicadores de eficiência ORE e *Makespan* em um hospital de grande porte de MG. O estudo de caso ocorreu em um período de 3 meses.

O hospital objeto do estudo de caso conta com cerca de 300 leitos de internação, sendo destes 65 leitos de UTI e 11 salas cirúrgicas. Ele fornece serviços contendo mais de 40 especialidades, 52.000 atendimentos de Urgência e Emergência no ano, 85.000 atendimentos oncológicos e mais de 14.000 procedimentos. Possui 3 unidades de serviços cirúrgicos, sendo: Centro Cirúrgico Obstétrico, Centro Cirúrgico Oftalmológico e Centro Cirúrgico Geral sendo o maior centro de custos do hospital nos últimos anos.

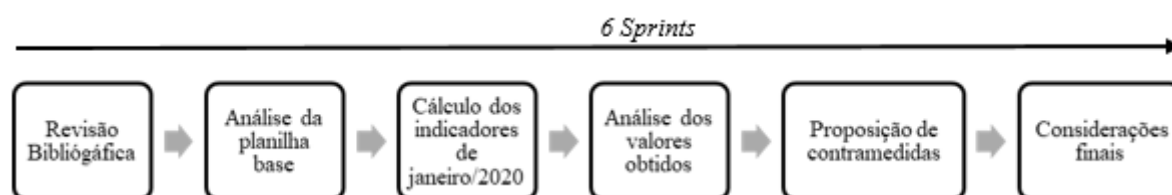
As etapas do processo metodológico proposto podem ser divididas em:

- i. Revisão bibliográfica: nesta etapa foram pesquisados e lidos os trabalhos que possuíam a aplicação e definição dos indicadores ORE e *Makespan*.
- ii. Coleta de dados: levantamento das variáveis e dados juntamente do hospital de estudo com o objetivo de desenvolver um banco de dados e metodologia de cálculo dos indicadores por parte da equipe gerencial. Também foram realizados workshops e reuniões para explicação e entendimento do processo. Os dados obtidos tinham um intervalo temporal de 2018 a 2021.
- iii. Cálculo dos indicadores: construiu-se uma lógica de cálculo que poderia ser feita a partir da base de dados. Foi calculado o ORE e *Makespan* do mês de janeiro de 2020, como um piloto exploratório para ensino da equipe e motivação para realizarem as outras medições por si só. O cálculo foi estratificado por sala de emergência/urgência e de eletivas e logo após foi feito como o total. Estes cálculos foram elaborados no *Microsoft Excel*.
- iv. Análise dos valores e proposição de contramedidas.

Durante a construção dos dados foram feitas reuniões quinzenais (*Sprints*) baseadas na metodologia *Scrum*, na qual se passam *feedbacks* sobre o andamento da execução das entregas. O *Scrum* é um modelo de trabalho imprevisível e dinâmico para a gestão de projetos a partir de ações interativas e sequenciais que buscam propiciar mais valor ao negócio (DA SILVA; LOVATO, 2016; SILVA, 2016). O processo de pesquisa foi dividido em três grandes entregas no *Sprint Planning* e foi desenvolvido um quadro para alimentação das atividades *backlog* e prazos estipulados para melhor visualização e controle das entregas.

A metodologia deste estudo pode ser resumida no fluxograma da Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma da metodologia do estudo de caso



Fonte: Elaborado pelos autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão apresentados os resultados obtidos ao calcular o ORE e a *Makespan* bem como suas premissas. Será apresentada também a análise e contramedidas sugeridas.

ORE

Para melhor cálculo e análise dos indicadores, foi estudado o histórico de implantação do ORE no local de estudo. O hospital calculava o ORE de 7 salas. Uma das salas destinada para pacientes de emergência/urgência possui TTD, tempo disponibilizado pela diretoria do hospital, de 24h; e as 6 salas destinadas para cirurgias eletivas são disponibilizadas pela administração do hospital para ocorrer das 7h às 19h (TTD = 12h). Dados expostos no Quadro 2.

Quadro 2 – TTD das salas cirúrgicas

Salas	Tipo de cirurgia	TTD (h)
2 a 7	Eletivas	12
I	Emergência	24

Fonte: Elaborado pelos autores

Foi feita a observação das planilhas de cálculo do ORE entre 2017 e 2021 para coleta de dados e para entendimento da lógica do cálculo. E após reunião feita com os profissionais do hospital responsáveis pela planilha verificou-se que não havia a alimentação de dados de perdas na planilha. A planilha era utilizada apenas para cálculo do ORE sem definição das perdas.

Visto as lacunas na base de dados, para cálculo do ORE de janeiro de 2020 foram retiradas: todas as cirurgias que foram realizadas nas salas 8 a 11, já que estas salas são utilizadas para procedimentos específicos que ficam em um bloco cirúrgico separado; todas as cirurgias que iniciaram fora do intervalo de 7h as 19h, pois os procedimentos eletivos como visto anteriormente necessitam ser feitos dentro desse intervalo; todas as cirurgias que foram realizadas nos fins de semanas e feriados, visto o interesse de comparação com a planilha base na qual possui cálculo apenas dos dias sem feriados e fim de semana. E então a amostra da pesquisa se restringiu a expressa no Quadro 3.

Quadro 3 – Amostra de cirurgia usadas para cálculo do ORE por sala no mês de jan. 2020

Salas	Tipo de cirurgia	Amostra de janeiro de 2020
Sala I	Emergência	50
Salas 2 a 7	Eletiva	448
Salas I a 7	Emergência e eletiva	498
Total de cirurgia do mês de janeiro (salas I a 11) =		948

Fonte: Elaborado pelos autores (pode haver variações no somatório devido aos outliers retirados na planilha).

Para cálculo do TTP em todas as situações, apenas utilizou-se o *setup*. Única perda existente na planilha disponibilizada. O *Setup* utilizado para o cálculo foi a média de tempos de janeiro de 2020 que constam na planilha original, com base em critérios elaborados pelos profissionais do CC do hospital: intervalo de tempo entre o fim de uma cirurgia e início da outra cirurgia, com valores entre 10 min a 90 min. É importante ressaltar que essas métricas precisam ser medidas diretamente, para a obtenção do valor mais real possível.

Ainda sobre o cálculo do ORE, o TTU em todas as situações foi encontrado a partir do tempo entre o início da anestesia e fim da anestesia de cada cirurgia (TTU/cirurgia). Quando não existente este valor, utilizou-se o intervalo entre início e fim da cirurgia, ou, entre o início da anestesia e fim da cirurgia. E as perdas de performance foram calculadas a partir da diminuição do TTU do TTP.

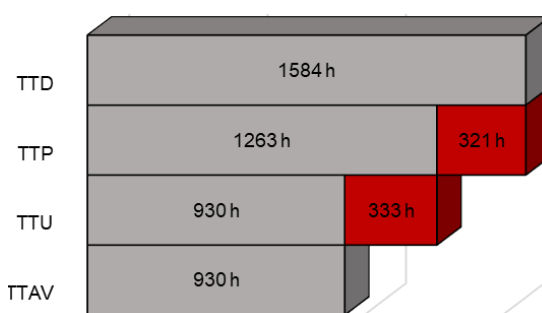
Para cálculo do ORE do mês de janeiro das salas 2 a 7 (eletivas) foi feito o seguinte passo:

- a. Encontrou-se o TTD seguindo o caminho abaixo:
 - i. Encontrou-se as horas disponíveis por dia: 7h as 19h = 12h.
 - ii. Checou-se os dias úteis do mês (22) e quantidade de salas (6).
 - iii. Multiplicou-se horas por quantidade de salas de cada dia (12h x 6 = 72h/dias).
 - iv. Somou-se quantidade de TTD/dia. Cálculo que é o mesmo que: 72h/dias x 22 dias = 1584h.
- b. Encontrou-se o TTP seguindo o caminho:
 - i. Calculou-se o *setup*. Utilizou-se e média de *setup* definido do mês de janeiro (43 min) multiplicado pela quantidade de cirurgias do dia.
 - ii. Somou-se todos os *setups* diários.
 - iii. TTP = TTD – *setup* (321h) – não agendamento (0h) – manutenção (0h).
TTP = 930h.

- c. Encontrou-se o TTU através do caminho:
 - i. Foi somado todos os tempos encontrados das cirurgias do dia (TTU/dia) e encontradas (930h).
 - ii. Encontrou-se as perdas de performance = $TTP - TTU = 333h$.
- d. Encontrou-se o TTAV, que é o mesmo valor do TTU visto que não foram consideradas nenhuma perda de qualidade já que não havia registros de reintervenções cirúrgicas. Logo $TTAV = 930h$.

Colocando esses dados no gráfico cascata tem-se a Figura 3.

Figura 3 – Gráfico cascata de variáveis do ORE de jan. de 2020 das salas 2 a 7



Fonte: Elaborado pelos autores

Realizou-se o cálculo do ORE a partir das equações 1, 2, 3 a 4 e foram obtidos os seguintes resultados expressos no Quadro 4.

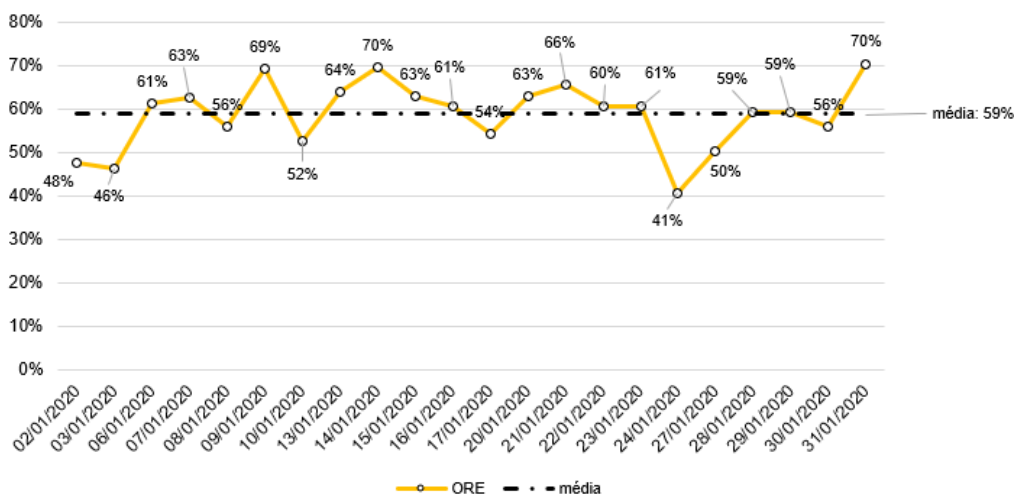
Quadro 4 – ORE e percentuais de disponibilidade, performance e qualidade das salas 2 a 7 em jan. de 2020

Variáveis	Valores	ORE
Disponibilidade	80%	59%
Performance	74%	
Qualidade	100%	

Fonte: Elaborado pelos autores

A evolução do ORE por dia de janeiro pode ser visto na Figura 4.

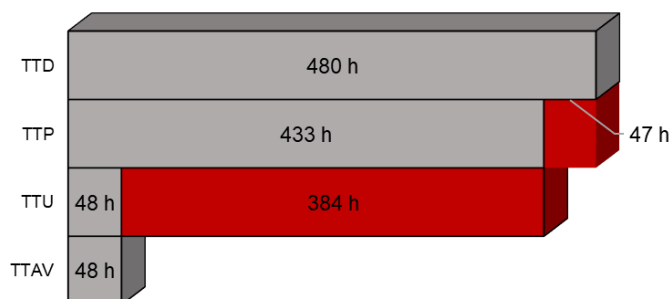
Figura 4 – ORE por dia de jan. de 2020 das salas 2 a 7



Fonte: Elaborado pelos autores

- Para encontrar o ORE de janeiro para a sala I (urgência) se traçou os seguintes passos:
- a. Calculou-se o TTD:
 - i. Horas disponíveis = 24h.
 - ii. Checou-se os dias úteis do mês (22) e quantidade de salas (1).
 - iii. Multiplicou-se horas por quantidade de salas de cada dia (24h x 1 = 24h).
 - iv. Somou-se quantidade de TTD/dia. O mesmo que TTD = 24h/dias x 22dias = 480h.
 - b. Logo após, calculou-se o TTP:
 - i. Encontrou-se o *setup* através da média de *setup* da sala I definido do mês de janeiro (58 min) multiplicado por quantidade de cirurgias do dia, visto que como na situação I, algumas cirurgias e alguns dias não possuíam.
 - ii. Somou-se os *setups* dia. Os valores estavam em minutos, então foi necessária conversão em horas. Foi obtido o resultado de 47h.
 - iii. Encontrou-se o TTP através da equação:
 $TTP = TTD - \text{setup} (47h) - \text{não agendamento} (0) - \text{manutenção} (0)$
 $TTP = 433h$
 - c. Então o TTU foi encontrado:
 - i. Foi somado todos os TTU por cirurgia do dia (TTU/dia) e encontrado = 48h;
 - ii. Encontrou-se as perdas de performance através de: $TTP - TTU = 384h$.
 - d. E por fim encontrou-se o TTAV que analogicamente a situação anterior das salas 2 a 7 é igual ao TTU visto o não registro de reintervenções cirúrgicas.
- Colocando esses dados no gráfico cascata tem-se a Figura 5.

Figura 5 – Gráfico cascata de variáveis do ORE de jan. de 2020 da sala I



Fonte: Elaborado pelos autores

Realizou-se o cálculo do ORE a partir das equações 1, 2, 3 e 4 e foram obtidos os seguintes resultados expressos no Quadro 5.

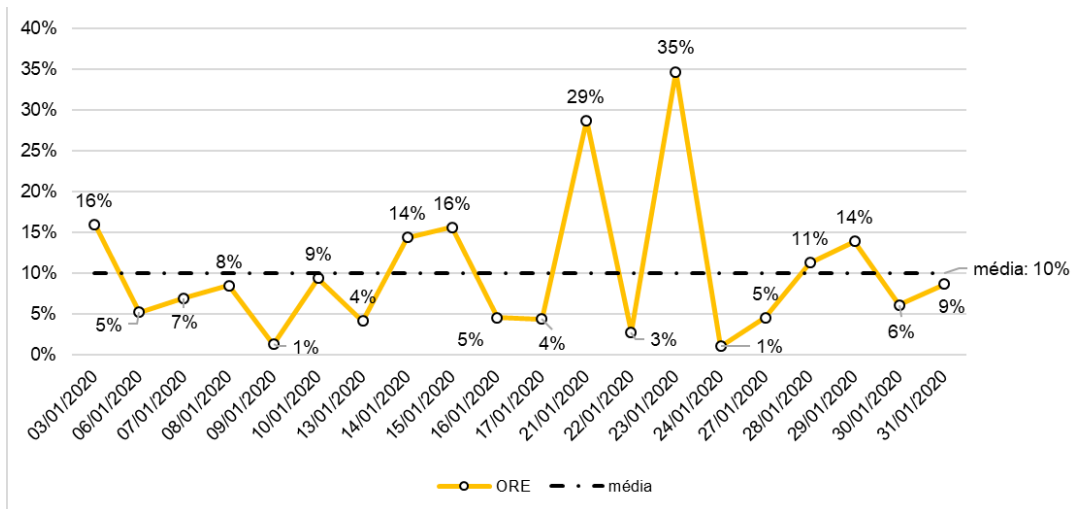
Quadro 5 – ORE e percentuais de disponibilidade, performance e qualidade da sala I em jan. de 2020

Variáveis	Valor	ORE
Disponibilidade	90%	10%
Performance	11%	
Qualidade	100%	

Fonte: Elaborado pelos autores

A evolução do ORE da sala I por dia de janeiro pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 – ORE por dia de jan. 2020 da sala I



Fonte: Elaborado pelos autores

Por fim calculou-se o valor do ORE para todas as salas seguindo os passos que constam abaixo:

a. Calculou-se do TTD:

- i. Horas disponíveis sala 2 a 7 = 7h às 19h = 12h.
- ii. Horas disponíveis sala I = 24h.
- iii. Checou-se os dias úteis do mês (22) e quantidade de salas (6+1).
- iv. Somou-se a multiplicação de horas por quantidade de salas de cada dia:
 $(12h \times 6) + (24h \times 1) = 96h$. Obteve-se assim o TTD/dia.
- v. Somou-se os TTD/dias e obteve-se 2112h.

b. Buscou-se o TTP:

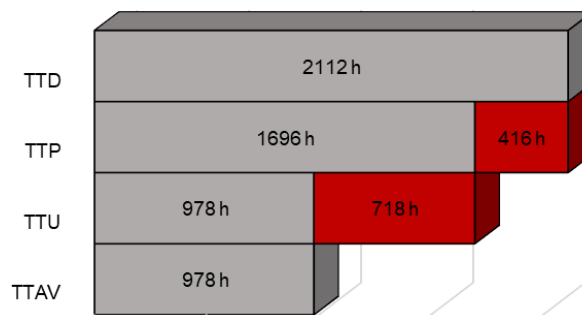
- i. Encontrou-se o setup a partir da soma dos *setups* das salas 2 a 7 e sala I, já utilizados anteriormente.
- ii. *Setup* do dia = $[(43 \text{ min} \times \text{qnt de cirurgias do dia}) + (58 \text{ min} \times \text{qnt de cirurgias do dia})] / 60$.
- iii. Encontrou-se o TTP através da equação:
- iv. $TTP = TTD - \text{setup} (416h) - \text{não agendamento} (0) - \text{manutenção} (0)$.
 $TTP = 1696h$.

c. Foi calculado o TTU (978h):

- i. Foi somada todos os TTU/cirurgias do dia (TTU/dia).
- ii. Perdas de performance = $TTP - TTU = 718h$.

Colocando esses valores no gráfico cascata tem-se a Figura 7.

Figura 7 – Gráfico cascata de variáveis do ORE de jan. 2020 das salas I a 7



Fonte: Elaborado pelos autores

Realizou-se o cálculo do ORE a partir das equações I, 2, 3 a 4 e foram obtidos os seguintes resultados expressos no Quadro 6.

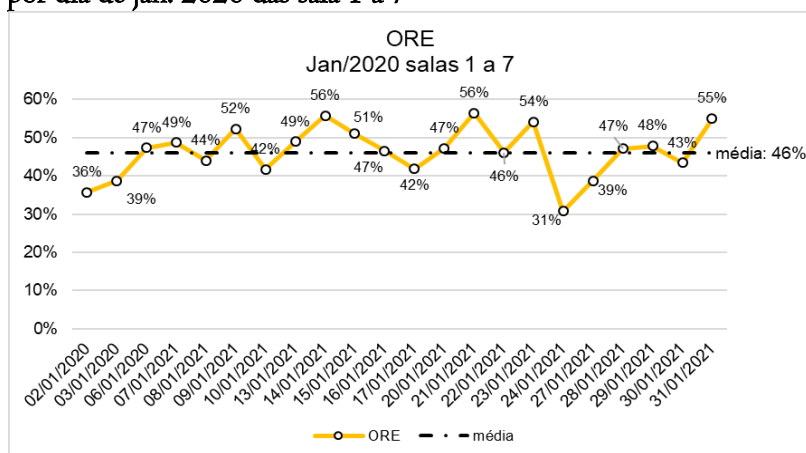
Quadro 6 – ORE e percentuais de disponibilidade, performance e qualidade das salas I a 7 em jan. 2020

Variáveis	Valores	ORE
Disponibilidade	80%	46%
Performance	58%	
Qualidade	100%	

Fonte: Elaborado pelos autores

A evolução do ORE das salas I a 7 por dia de janeiro pode ser visto na Figura 8.

Figura 8 – ORE por dia de jan. 2020 das sala I a 7



Fonte: Elaborado pelos autores

Nota-se que o Tempo Total Programado foi encontrado a partir da diminuição do *Setup* do TTD. Percebe-se inconstância de dados visto que a planilha não possui o número de perdas reais e logo infere-se pela média de algumas perdas encontradas. A melhor forma de cálculo do TTP seria através da soma todos os intervalos de tempo programados para cada cirurgia que foram planejados na agenda, porém este dado também não consta na planilha, sobrando apenas o método de cálculo utilizado.

Em resumo tem-se o Quadro 9.

Quadro 9 - Resumo de dados obtidos em jan. 2020 a partir dos dados do hospital

Descrição				Quantidade de cirurgias utilizadas para TTU advindo do intervalo		
Data	Total de cirurgias	Total amostra*	ORE	entre anestésias	entre cirurgias	Entre início da anestesia e fim da cirurgia
Jan. 2020	948	498	46%	485 (97,3%)	5 (1,0%)	8 (1,6%)
Sala I	55	50	10%	45 (92%)	1 (2%)	4 (7%)
Sala 2 a 7	547	448	59%	440 (98,2%)	4 (0,9%)	4 (0,9%)
Sala 8 a II	346	-	-	-	-	-

*amostra: exclusão dos dados das salas 8 a II; fora do intervalo 7h as 19h nas salas 2 a 7 (na coluna entrada na sala); fim de semana e feriado.

Fonte: Elaborado pelos autores

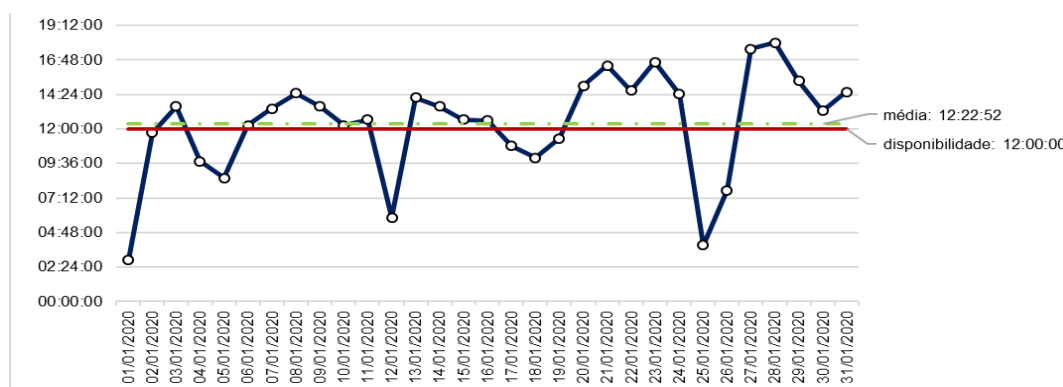
Makespan

Para o cálculo do *Makespan* foram consideradas todas as cirurgias eletivas do dia, das salas I a 7 do mês de janeiro 2020 incluindo os feriados e fim de semanas a fim de ter a percepção de todo o cenário

de cirurgias eletivas do mês. Não foi calculado com a disponibilidade de urgências visto que o dia possui 24h e então o indicador não conseguiria mostrar a diferença de lotação comparado a um limite. A amostra de cirurgias englobou 532 cirurgias em uma população de 948.

O *Makespan* de cada dia de janeiro de 2020 foi obtido a partir da Equação 6. A Figura 9 possui o gráfico obtido com os resultados desse cálculo por dia.

Figura 9 – *Makespan* eletivas das salas I a 7 em jan. 2020.



Fonte: Elaborado pelos autores

Análise e Contramedidas

Após cálculo do ORE de janeiro de 2020 total e, estratificado por sala de urgência e eletivas; e, cálculo do *Makespan* das eletivas do mês de janeiro de 2020 observou-se que havia inconsistência de dados de perdas de performance e qualidade, consequentemente incerteza no TTP e no ORE, e diferença entre a planilha base do hospital e cálculos posteriores.

Avaliando o gráfico cascata das salas I ao 7, Figura 7, e nos outros gráficos dos diferentes cenários, percebe-se uma alta perda de performance, que podem incluir o volume de cancelamentos, variação do tempo de cirurgia, além de pequenas paradas. Há motivos para a ocorrência de cancelamentos cirúrgicos, sem sua maioria relacionados à alocação de recursos humanos; ao paciente, à organização da unidade, ou ainda à materiais, equipamentos e a outros motivos (RANGEL, *et al.*; 2019).

Estudos mostram que quando pesquisado mais detalhadamente alguns motivos de cancelamento são ainda genéricos, escondendo o real motivo, como o termo “a critério da clínica” (BOTAZINI, 2015). Algumas formas de redução dos cancelamentos incluem: reduzir o *turnover* do centro cirúrgico, iniciar a primeira cirurgia eletiva do dia no horário, ajustar o equipamento e insumos necessários a cada procedimento antes do início da cirurgia, aumentar os movimentos cirúrgicos (SILVA *et al.*, 2020). Schretlen *et al.* (2021) conseguiram reduzir os cancelamentos em 50%.

Este cenário se diferencia de análises anteriores indicando que o não agendamento (perda de disponibilidade) existe em maior quantidade em comparação à outras perdas. De toda maneira, é necessário investigar essas perdas. Primeiramente se faz necessário medi-las e então pode ser feito um gráfico de Pareto para identificar a de maior causa, e então realização de um A3 ou 5W2H.

O valor de perdas de disponibilidade tem altas chances de serem maiores do que o observado, é necessário medi-las. O setup é a perda tida como necessária que não possibilita que o ORE chegue a 100%. Porém, essa perda pode ser minimizada ao aplicar a padronização do procedimento de limpeza como em Souza (2015). A realização demorada do setup pode acarretar atraso de cirurgia (variação do tempo da cirurgia) que por si pode gerar cancelamentos por falta de disponibilidade de sala, como visto em Schretlen (2021).

Como visto na Figura 9, o tempo médio de *Makespan* de eletivas de janeiro de 2020 (12h22min), foi maior que o Tempo Total Disponível programado das salas para eletivas (12h). É importante ressaltar que o *Makespan* não demonstra o uso efetivo da sala, mas verifica o espaço de ocupação da sala entre a saída do último paciente do dia e a entrada do primeiro, não levando em consideração as perdas existentes

(não agendamento, cancelamentos, *setup* etc.). Ele auxilia na análise do alinhamento entre o tempo de ocupação da sala e o tempo de disponibilidade.

O ORE encontrado das salas I a 7 era de 46% e a ocupação teórica média de 1 hora a mais que a disponibilidade das salas, o que demonstra a hipótese de que o uso não foi totalmente efetivo e que há a necessidade de se repensar a agenda do hospital que se encontra desparametrizada. Esses 51% não operacional são de lacunas que precisam ser investigadas, podendo haver perdas por não agendamento, por suspensões, por atraso do médico ou outros motivos.

Outro fator que auxilia no estudo mais detalhado do setor é o nível de conhecimento das pessoas do processo sobre o indicador a fim de saber medir, elaborar gráficos, analisá-los e saber interpretar para conversão daqueles resultados em contramedidas.

As sugestões prévias realizadas neste estudo de caso estão resumidas no Quadro 10.

Quadro 10 - Contramedidas propostas referentes a ada indicador

Indicador	Sugestão
ORE	Medir amostra de cada perda (<i>setup</i> , pequenas paradas e variação no tempo de cirurgia, cancelamentos)
	Analisar valores de perdas, encontrar causa raiz
	Construir A3 ou 5W2H
	Padronizar <i>setup</i> (SMED)
<i>Makespan</i>	Investigar ociosidade no intervalo entre pacientes
	Utilizar <i>Makespan</i> por sala como carta de controle
	Organizar e gerir a agenda de cirurgias
Ambos	Elaborar e executar treinamento dos profissionais do CC sobre ORE e <i>Makespan</i>

Fonte: Elaborado pelos autores

Para transparência dos resultados, apresentou-se os dados para os profissionais da aplicação de ferramentas de gerenciamento para a obtenção de um ORE de maior porcentagem, envolvidos com o projeto, analistas do escritório de melhoria e consultores externos. Obtiveram-se *feedbacks* positivos da análise feita e conclui-se, de maneira geral, que o estudo demonstra robustez inicial para provocar a mudança lean entre os profissionais além de que é necessário empenho, relação e envolvimento de todos para investigação das causas da baixa eficiência do centro cirúrgico do hospital. Após medição de cada perda será possível encontrar as questões chaves para a transformação lean, como em Souza *et al.* (2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso realizado durante 3 meses possibilitou entender a metodologia de cálculo do ORE, além de aplicá-lo sobre uma planilha de dados de cirurgias de um hospital de grande porte de MG e analisar o cenário que se encontram os dados e propor contramedidas. Foi utilizado também o indicador *Makespan* para embasar a análise e reforçar a necessidade das ações sugeridas. Durante o processo, percebeu-se a falta de alimentação efetiva de dados na organização quanto às perdas de disponibilidade e performance, um gap importante relacionado ao tema de *data analytics* tão em voga no mundo de saúde atualmente.

Obteve-se um ORE, médio, de 46% na análise de todas as salas analisadas do hospital, com Disponibilidade de 80%, Performance de 58% e Qualidade de 100%. A média de *Makespan* calculado das cirurgias eletivas ficou 22 minutos acima da disponibilidade programada pela gestão. Como o *Makespan* não demonstra o uso efetivo da sala, e em conjunto com o baixo ORE, ficou ainda mais evidente a necessidade da investigação e tratamento das perdas. Fato que foi sugerido como contramedida. Também foi sugerida a medição separada de todas as perdas e alimentação da planilha com esses dados.

Este artigo mostra que apesar da baixa aderência na utilização de indicadores focados em eficiência e na gestão eficaz de dados, o cálculo do ORE direciona os profissionais para o local onde há o maior problema de eficiência no fluxo cirúrgico. Como já mencionado o ORE e seu gráfico cascata são capazes de detalhar as perdas e mostrar em qual alavanca específica trabalhar. A redução de tempo de qualquer um desses desperdícios de performance ou disponibilidade acarretariam o aumento da eficiência do centro cirúrgico e maior rentabilidade seja em custeio ou aumento de receita para a organização.

Para trabalhos futuros é possível: reaplicar os indicadores no hospital de estudo com maior robustez de dados e históricos maiores; coletar os indicadores em mais instituições para que se consiga ter uma referência *gold standart* como já existe para o OEE em 85%; desenvolver *dashboards* e sistemas de informação para que tais indicadores possam estar em tempo real no cotidiano de gestores de saúde; e, traçar um comparativo pré e pós a pandemia do COVID-19 entre os principais indicadores de desempenho hospitalar, como por exemplo o ORE.

REFERÊNCIAS

- AUGUSTO V, X. X.; PERDOMO V. Operating theatre scheduling using lagrangian relaxation. **Computers & Industrial Engineering**, vol. 2, n. 2, p. 172–189, 2010. DOI:10.1016/j.cie.2009.04.019.
- CIMA R. R.; BROWN, M. J.; HEBL, J. R., MOORE, R.; ROGERS, J. C.; KOLLENGODE, A; AMSTUTZ, G. J.; WEISBROD, C. A.; NARR, B. J., DESCHAMPS, C.; Surgical Process Improvement Team, Mayo Clinic, Rochester. Use of lean and six sigma methodology to improve operating room efficiency in a high-volume tertiary-care academic medical center. **Journal of the American College of Surgeons**, v. 213, n. 1, p. 83–94. 2011. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2011.02.009>>.
- COSTA JR., A. da S.; LEÃO, L. E. V.; DE NOVAIS, M. A. P.; ZUCCHI, P. An assessment of the quality indicators of operative and non-operative times in a public university hospital. **Health Economics and Management**. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/eins/a/bG7gzPFPLZTHFb3hD6Zhtwt/abstract/?lang=en>>. Acesso em: 28/10/2021.
- DA SILVA, E. C.; LOVATO, L. A. Framework Scrum: eficiência em projetos de software. **Revista de Gestão e Projetos – GeP**, v. 7, n. 2, maio/agosto, 2016.
- DEMEULEMEESTER, E; BELTEN, J.; CARDOEN, B.; SAMUDRA, M. Operating Room Planning and Scheduling. In: DENTON, B.T. (ed.). **Handbook of Healthcare Operations Management: Methods and Applications**. Springer: New York, 2013. p. 121-152. DOI 10.1007/978-1-4614-5885-2 5.
- DIAS, S. V. E. **Otimização da programação de produção em ambiente Job Shop através da minimização do Makespan: Um estudo de caso em uma indústria de cosméticos**. 16f. Monografia (Curso de especialização em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2015.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed., São Paulo: Atlas, 2002.

GUIMARÃES, L. M. **Análise de Eficiência de um Centro Cirúrgico Hospitalar com Abordagem do Lean Healthcare**. 45f. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção) Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

MACÊDO, A. G. A. de O.; PARENTE, F. L.; FREITAS, C. A. S. L.; de OLIVEIRA, C. M. Use of health indicators in the hospital management process. **Saúde Coletiva (Barueri)**, vol. II, n. 68, p. 7217–7226, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.36489/saudecoletiva.2021v11i68p7217-7226>>.

MARJAMAA, R; VAKKURI, A.; KIRVELÄ, O. Operating room management: Why, how and by whom?. **Acta anaesthesiologica Scandinavica**. v. 52., n. 5, p. 596-600. 2008. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2008.01618.x.

MARTINS, F. Z.; DALL'AGNOL, C. M. Surgical center: challenges and strategies for nurses in managerial activities. **Revista Gaúcha de Enfermagem** (Online), vol. 37, n. 4, 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1983-1447.2016.04.56945>>.

MOREIRA, N. E. B.; DE SOUZA, S. R.; DE FRANÇA FILHO, M. F. Algoritmos para o Problema do Flow Shop. *In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, 46., 2014, Salvador. **Anais...** 2014. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2014/pdf/arq0336.pdf>>. Acesso em 23/06/2021.

MOTTA, M. C. A. DE L.; DE ALMEIDA, J. DOS S. Importância dos indicadores de desempenho nas pequenas empresas. *In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*, 9., 2019, Ponta Grossa. **Anais...** 2019. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2014/pdf/arq0336.pdf>>. Acesso em 23/06/2021.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM**. Cambridge: Productivity Press, 1993.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM: total productive maintenance**. Cambridge: Productivity Press, 1988.

PLANISA. **INDICADORES PLANISA – 1º SEMESTRE 2021**. 2021. Disponível em: <<https://planisa.com.br/site/indicadores-planisa-1-semester-2021/#>>. Acesso em: 28/10/2021.

RANGEL, S.T.; SILVA, J.L.S.; SILVA, R.C.L.; LIMA, A.C.B; CAMPOS, B.A.; PEREIRA, E.B.F. Ocorrência e motivos da suspensão de cirurgias eletivas em um hospital de referência. **Revista Enfermagem Digital Cuidado e Promoção da Saúde**, Jul-Dez; 4(2):119-123, 2019. DOI: <<http://www.dx.doi.org/10.5935/1415-2762.20170024>>.

SCHRETLEN, S.; HOEFSMIT, P.; KATS, S.; VAN MERODE, F.; MAESSEN, J.; ZANDBERGEN, R. Reducing surgical cancellations: a successful application of Lean Six Sigma in healthcare. **BMJ Open Quality**, 10:e001342. 2021. DOI: 10.1136/bmjopen-2021-001342. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/354229018_Reducing_surgical_cancellations_a_successful_application_of_Lean_Six_Sigma_in_healthcare>. Acesso em 17/11/2021.

SCOLASTICI, M. F. Algoritmos para o Problema do Flow Shop. *In: Congresso Virtual de Iniciação Científica da Unicamp*, 28. 2020. **Anais...** 2020. Disponível em: <<https://www.prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2020P17372A35195O5426.pdf>>. Acesso em 23/06/2021.

SILVA, M.V.G; CANTO, K.C.; MACHADO, B.M.; SILVA, L.A.; MENESES, R.O.; FRANCISCO, M.T.R. Causas Institucionais para Cancelamento de Cirurgias Eletivas. **Revista SOBECC**. São Paulo. Jul./Set. 2020; vol. 25, n. 3, p: 179-186. 2020. Disponível em: <<https://revista.sobecc.org.br/sobecc/article/view/535/pdf>>. Acesso em 17/11/2021.

SILVA, E.C. Metodologia Scrum: Projetos, Interação e Valor aos Clientes. **Revista de Administração Geral**, v.2, n.1, p. 35-57, 2016.

SOUZA, T. A. **Lean Healthcare: Aplicações dos conceitos de gestão de operações em centros cirúrgicos**. 94f. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas), Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós - Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, São Leopoldo, RS, 2015.

SOUZA, T. A.; VACCARO, G. L. R; LIMA, R.M. Operating Room effectiveness: a lean health-care performance indicator. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 11, n. 5, p. 987-1002. 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2017-0141>>.

SOUZA, T. A; QUEIROZ, G. A.; LIMA, R. M.; PIMENTA, L. V. Application of the Operating Room Effectiveness indicator (ORE) in a Brazilian hospital. *In: International Joint Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 26., 2020, **anais eletrônicos** [...], 2021.