

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA E DE MATERIAIS**

WILLIAN CARNEIRO DE OLIVEIRA

**MÉTODO PARA MEDIÇÃO DE UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS FÍSICOS
EM UNIVERSIDADES BASEADO EM MODELOS INDUSTRIAIS**

DISSERTAÇÃO

**CURITIBA
2020**

WILLIAN CARNEIRO DE OLIVEIRA

**MÉTODO PARA MEDIÇÃO DE UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS FÍSICOS EM
UNIVERSIDADES BASEADO EM MODELOS INDUSTRIAIS**

**Method for measuring the use of physical spaces in
universities based on industrial models**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Engenharia, do Programa
de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Área de concentração: Engenharia de Manufatura
Orientador: Prof. Milton Borsato, Dr.
Coorientadora: Profa. Carla Cristina Amódio Estorilio, Dra.

CURITIBA

2020



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba



WILLIAN CARNEIRO DE OLIVEIRA

**MÉTODO PARA MEDIÇÃO DE UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS FÍSICOS EM UNIVERSIDADES
BASEADO EM MODELOS INDUSTRIAIS**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Área de concentração: Engenharia De Manufatura.

Data de aprovação: 30 de Novembro de 2020

Prof.a Carla Cristina Amodio Estorilio, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Jose Aguiomar Foggiatto, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Patricia Lizi De Oliveira Maggi, Doutorado - Universidade Positivo (UP)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 30/11/2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus por conceder toda a força e motivação necessária durante a realização desse sonho. Além disso, agradeço a Ele por todos aqueles a quem tive a oportunidade de conhecer e contar com o apoio durante essa jornada. Agradeço a Ele, em especial, pelo nascimento do meu filho Bernardo, que ocorreu em 2019 e é a maior alegria da minha vida.

A minha família e amigos, pelo total apoio durante este período de grande esforço e pela compreensão durante meus períodos de ausência.

A UTFPR, local onde realizei minha graduação e tive a oportunidade de me tornar Mestre em Engenharia Mecânica.

Aos meus orientadores, professor Milton Borsato e professora Carla Estorilio, pelos conselhos, orientação e paciência para me auxiliar em todos os momentos da elaboração deste trabalho.

Aos professores do PPGEM, pelos conhecimentos transmitidos em disciplinas cursadas, estendendo meus agradecimentos a todos os funcionários do departamento.

Aos professores e colegas da Universidade Positivo pelo suporte no desenvolvimento desta pesquisa.

E a todos que contribuíram de alguma forma durante este percurso, os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

OLIVEIRA, Willian Carneiro de. **Método para medição de utilização de espaços físicos em universidades baseado em modelos industriais**, 2020. 139 páginas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

Vários setores vêm buscando quantificar o desempenho de seus negócios, visando melhorar a utilização dos recursos disponíveis. Entretanto, o campo industrial e os diversos setores da engenharia se destacam neste sentido, em contrapartida com o setor de educação. Considerando a crescente concorrência no campo educacional, especialmente pela migração de alunos para a modalidade de ensino a distância, as universidades estão sendo pressionadas a controlar e melhorar o desempenho de suas operações, buscando alternativas junto ao campo industrial. Afinal, as indústrias já utilizam com sucesso abrangentes indicadores de desempenho e metodologias para este fim. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é propor um método, baseado em modelos industriais, para a medição da utilização de universidades, considerando a ocupação dos espaços físicos. Para isso, algumas revisões sobre os seguintes temas foram realizadas: métodos utilizados nas universidades para medição de ocupação de espaços físicos, indicadores de desempenho utilizados nas instituições de ensino, indicadores utilizados nas indústrias e utilização destes indicadores nas universidades. Para o seu desenvolvimento, utilizou-se como metodologia o *framework* chamado *Design Science Research* (DSR). Com o objetivo de avaliar o método proposto em campo, é realizada uma aplicação em uma universidade privada de grande porte, situada em Curitiba/PR, visando medir a taxa de ocupação de espaços físicos. Os resultados da aplicação do método proposto foram comparados com os resultados de uma simulação de aplicação com o método UFO, o qual é um dos métodos mais utilizados pelas universidades. Entre os resultados obtidos com o método proposto estão a criação de base padronizada para medição da utilização dos espaços, a análise do uso das salas de aula durante todo o tempo disponível e a consideração de todas as exceções registradas durante este uso, o que torna o método proposto mais preciso do que o método atual.

Palavras-chave: Utilização de universidades. Ocupação de espaço físico. *Design Science Research*. Indicador de desempenho.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Willian Carneiro de. **Method for measuring the use of physical spaces in universities based on industrial models**. 2020. 139 pages. Master's Degree Dissertation in Manufacturing Engineering – Post-Graduate Program in Mechanical and Materials Engineering, Federal University of Technology – Paraná, Curitiba.

Several sectors have sought to quantify the performance of their businesses, with a view to improve the use of available resources. However, the industrial field and the various engineering sectors stand out in this sense, in contrast to the education sector. Considering the growing competition in the educational field, especially for the migration of students to the distance learning modality, universities are being pressured to control and improve the performance of their operations, looking for alternatives in the industrial sector. After all, industries have already successfully used comprehensive performance indicators and methodologies for this purpose. Therefore, the objective of this work is to propose a method, based on industrial models, for measuring the performance of universities, considering the occupation of physical spaces. For this, some reviews on the following topics were carried out: methods used in universities to measure the occupation of physical spaces, performance indicators used in educational institutions, indicators used in industries and the use of these indicators in universities. For its development, the framework called Design Science Research (DSR) was used as methodology. To evaluate the proposed method in the field, an application is carried out in a large private university, located in Curitiba / PR, aiming to measure the occupancy rate of physical spaces. The results of the application of the proposed method were compared with the results of an application simulation with the UFO method, which is one of the methods most used by universities. Among the results obtained with the proposed method are the creation of a standardized basis for measuring the use of spaces, the analysis of the use of classrooms throughout the available time and the consideration of all exceptions registered during this use, which makes the method proposed more accurate than the current method.

Keywords: University use. Occupation of physical space. Design Science Research. Performance Indicator.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sala de aula flexível na Universidade de Washington.....	26
Figura 2 – Exemplo de utilização do FET	29
Figura 3 – Modelo fechado para a definição de KPIs.....	31
Figura 4 – Método SMART	32
Figura 5 – Forma de cálculo do indicador ORE.....	41
Figura 6 – Estrutura típica do AHP	44
Figura 7 – Cálculo do MTBF e MTTR.....	47
Figura 8 – Indicadores que compõe o OEE	49
Figura 9 – Fatores que compõe o OEE.....	50
Figura 10 – Cálculo do fator disponibilidade do OEE utilizando MTBF e MTTR	51
Figura 11 – Fases para condução do DSR	53
Figura 12 – Relação dos objetivos específicos com as fases do DSR.....	61
Figura 13 – Detalhamento da composição do OUE	66
Figura 14 – Fatores que compõe o OUE.....	68
Figura 15 – Fatores que compõe o método UFO	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de alunos matriculados na modalidade EAD	24
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores de desempenho relacionados a espaços físicos.....	34
Quadro 2 – Cálculo da utilização através do método de Owolabi	35
Quadro 3 – Cálculo da utilização através do método de NAO	35
Quadro 4 – Cálculo de utilização através do método de TEFMA.....	36
Quadro 5 – Cálculo da utilização e desvios propostos por Ibrahim, Yusoff e Bilal	37
Quadro 6 – Comparativo entre variáveis nos estudos com o método UFO	37
Quadro 7 – O BSC relacionado aos objetivos da manutenção planejada	43
Quadro 8 – Principais indicadores para avaliação de desempenho na indústria	46
Quadro 9 – Valores para cada fator de um OEE de classe mundial	50
Quadro 10 – Critérios utilizados para buscas sobre medição de desempenho.....	57
Quadro 11 – Métodos utilizados para medir a utilização de salas de aula.....	63
Quadro 12 – Comparativo entre perdas do OEE, ORE e OUE	67
Quadro 13 – Comparação entre o OEE, UFO e OUE	69
Quadro 14 – Referências da literatura para o método desenvolvido.....	70
Quadro 15 – Capacidade por andar do campus selecionado.....	71
Quadro 16 – Salas do oitavo andar, com suas capacidades e tipos de espaço	72
Quadro 17 – Ensalamento do oitavo andar – manhã	73
Quadro 18 – Ensalamento do oitavo andar – noite	74
Quadro 19 – Distribuição dos alunos nas salas do oitavo andar – método OUE	75
Quadro 20 – Quadro modelo para cálculo do OUE.....	78
Quadro 21 – Cálculo do OUE para a Sala 801.....	79
Quadro 22 – Cálculo do OUE para a Sala 802.....	79
Quadro 23 – Cálculo do OUE para a Sala 803.....	80
Quadro 24 – Cálculo do OUE para a Sala 804.....	80
Quadro 25 – Salas do sexto andar, com suas capacidades e tipos de espaço	82
Quadro 26 – Ensalamento do sexto andar – manhã	83
Quadro 27 – Ensalamento do sexto andar – tarde.....	84
Quadro 28 – Ensalamento do sexto andar – noite	85
Quadro 29 – Distribuição dos alunos nas salas do sexto andar – método OUE	86
Quadro 30 – Cálculo do OUE para a Sala 601.....	87
Quadro 31 – Cálculo do OUE para a Sala 602.....	88

Quadro 32 – Cálculo do OUE para a Sala 603.....	88
Quadro 33 – Cálculo do OUE para a Sala 604.....	89
Quadro 34 – Distribuição dos alunos nas salas do oitavo andar – método UFO	92
Quadro 35 – Utilização das salas do oitavo andar através do método UFO	93
Quadro 36 – Distribuição dos alunos nas salas do sexto andar – método UFO	94
Quadro 37 – Utilização das salas do sexto andar através do método UFO	95
Quadro 38 – Resumo comparativo entre os métodos UFO e OUE	99
Quadro 39 – Capacidade e tipos de sala do campus selecionado para estudo	126

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de ingressantes em cursos de graduação, por categoria.....	16
Gráfico 2 – Número de ingressantes em cursos de graduação, por modalidade	24
Gráfico 3 – Alcance da fronteira de eficiência no DEA.....	45
Gráfico 4 – OUE por sala do oitavo andar.....	81
Gráfico 5 – Índices para cálculo do OUE das salas do oitavo andar.....	82
Gráfico 6 – OUE por sala do sexto andar.....	89
Gráfico 7 – Índices para cálculo do OUE nas salas do sexto andar.....	90
Gráfico 8 – UFO por sala do oitavo andar	93
Gráfico 9 – UFO por sala do sexto andar	95
Gráfico 10 – Comparativo entre o método UFO e OUE nas salas do oitavo andar...	97
Gráfico 11 – Comparativo entre o método UFO e OUE nas salas do sexto andar....	97

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>	Processo de Hierarquia Analítica
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>	Indicadores Balanceados de Desempenho
CAPES	<i>Higher Education Personnel Improvement Coordination</i>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
COVID	<i>Coronavirus disease</i>	Doença do coronavírus
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>	Análise de envoltório de dados
DMU	<i>Decision making unit</i>	Unidade de tomada de decisão
DSR	<i>Design Science Research</i>	-
EAD	<i>Distance learning</i>	Ensino a distância
GA	<i>Google Scholar</i>	Google Acadêmico
IES	<i>Higher Education Institution</i>	Instituição de Ensino Superior
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>	Indicador-Chave de Desempenho
LEO	<i>Effectively Occupied Places</i>	Lugares Efetivamente Ocupados
MEC	<i>Ministry of Education</i>	Ministério da Educação
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>	Tempo Médio entre Falhas
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>	Tempo Médio para Reparo
NAO	<i>National Audit Office</i>	Escritório de Auditoria Nacional do Reino Unido
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	Eficácia geral do equipamento
OMS	<i>World Health Organization</i>	Organização Mundial de Saúde
ORE	<i>Operating Room Effectiveness</i>	Eficácia da sala de operação
OUE	<i>Overall University Effectiveness</i>	Eficácia geral da universidade

SCHEV	<i>State Council of Higher Education for Virginia</i>	Conselho Estadual de Educação Superior da Virgínia
SMART	<i>Specific, Measurable, Assignable, Realistic, Time related</i>	Específico, Mensurável, Atingível, Realista, Temporal
TCC	<i>Completion of course work</i>	Trabalho de conclusão de curso
TEFMA	<i>Tertiary Education Facilities Management Association</i>	Associação de Gestão de Instalações de Ensino Superior da Austrália
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>	Manutenção Produtiva Total
TTAV	<i>Total Value-Added Time</i>	Tempo Total de Agregação de Valor
TTD	<i>Total Time Available</i>	Tempo Total Disponível
TTP	<i>Total Scheduled Time</i>	Tempo Total Programado
TTU	<i>Total Time Used</i>	Tempo Total Utilizado
UFO	<i>Utilization, Frequency and Occupation</i>	Utilização, frequência e ocupação
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVO GERAL	20
1.1.1	Objetivos específicos	20
1.2	JUSTIFICATIVA	21
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	MUDANÇAS NAS DEMANDAS DO ENSINO SUPERIOR	23
2.2	INICIATIVAS DE ADAPTAÇÃO À NOVA REALIDADE	25
2.3	MEDIÇÃO DE DESEMPENHO DAS ORGANIZAÇÕES	30
2.4	AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NO AMBIENTE INDUSTRIAL	42
3	ASPECTOS METODOLÓGICOS	52
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	52
3.2	ABORDAGEM METODOLÓGICA	53
3.2.1	Identificação do problema e motivação	53
3.2.2	Definição dos objetivos da solução	54
3.2.3	Projeto e desenvolvimento da solução	54
3.2.4	Demonstração da solução	58
3.2.5	Avaliação da solução	58
3.2.6	Comunicação dos resultados	59
3.3	LIMITAÇÕES DO TRABALHO	59
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4.1	PROJETO E DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO	62
4.2	DEMONSTRAÇÃO DA SOLUÇÃO	71
4.3	AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO	90
5	CONCLUSÃO	100
	REFERÊNCIAS	103
	APÊNDICES	112
	APÊNDICE 1 – artigo aprovado e apresentado em congresso sobre OEE	112
	APÊNDICE 2 – capacidade instalada do campus selecionado	125
	ANEXOS	127
	ANEXO 1 – PORTARIA 2177 – autoriza 40% EAD nos cursos presenciais	127
	ANEXO 2 – Declaração da pandemia do COVID-19 pela OMS	132
	ANEXO 3 – PORTARIA 343 – suspensão das atividades presenciais	137

1 INTRODUÇÃO

As contribuições ao entendimento da universidade, enquanto organização, do ponto de vista da avaliação de seu desempenho, vem merecendo atenção crescente (LEITÃO, 1987). Segundo o autor, as queixas quanto ao mau desempenho da universidade se acumulam, tanto aqui como no exterior, e não têm faltado propostas quanto à utilização de indicadores extraídos da análise organizacional para avaliar seu desempenho e melhor conhecê-la.

Além disso, as pressões externas por mudanças estão forçando o ensino superior a considerar novos modos de operação (BALZER; BRODKE; KIZHAKETHALACKAL, 2015). Uma das maiores mudanças neste segmento diz respeito a uma nova modalidade de ensino: o ensino a distância, chamado no Brasil de EAD. Porém, essa modalidade não é algo recente.

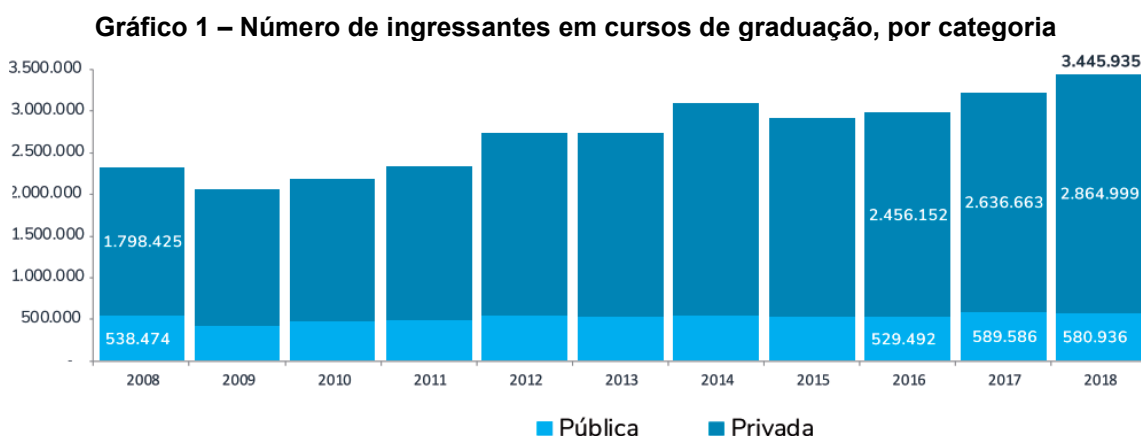
De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), o ensino a distância existe há gerações, mas o setor foi transformado significativamente ao longo do tempo com o avanço e a aplicação de novas tecnologias. Começando com a correspondência por correio no início do século XX, o EAD se beneficiou do surgimento de plataformas de rádio e TV, seguidas pela tecnologia de CD-ROM, duas décadas atrás. O cenário do ensino a distância foi dramaticamente expandido e transformado pela introdução da internet, juntamente com aplicativos importantes como e-mail e mensagens eletrônicas. As tecnologias de comunicação aumentaram exponencialmente o potencial da educação a distância para alcançar novos e enormes grupos de estudantes (ALTBACH; REISBERG; RUMBLEY, 2009).

A tendência geral é de crescimento na quantidade de matrículas no EAD para estudantes do ensino superior. Com base nos dados fornecidos por Kondakci, Bedenlier e Aydin (2019), mais de 23 milhões de estudantes do ensino superior ingressaram em um curso a distância em instituições de doze países.

No Brasil, olhando a série histórica de dados desde 2008, é possível verificar que há um crescimento de alunos na modalidade EAD (BRASIL, 2019). Apesar do alto número de novos alunos, isto gera uma dificuldade para as universidades, uma vez que seus espaços físicos, em especial as salas de aula, estão sendo utilizados cada vez menos, dado que os alunos realizam

praticamente todas as atividades sem a necessidade de estar presencialmente na instituição de ensino.

De acordo com os dados do censo, o número de alunos ingressantes em 2018 chegou ao maior valor dos últimos dez anos, no qual 83,1% destes estão em instituições privadas, conforme demonstrado no Gráfico 1. Estes dados demonstram que as universidades privadas têm se tornado, em muitos casos, a única opção para a maioria da população (VELÁSQUEZ; CABRERA; GONZÁLEZ, 2011).



Fonte: Brasil (2019)

Por se tratar de um cenário inconstante, torna-se essencial que as organizações públicas e privadas tenham um direcionamento estratégico bem definido, que otimize seus recursos e, conseqüentemente, se equilibre financeiramente, obtendo bons resultados (LINDOSO, 2016). Está claro que o planejamento é imprescindível para que a instituição possa sobreviver num período de recursos escassos e de alta competitividade (BARBOSA; FERREIRA, 2009), uma vez que novas instituições de ensino superior (IES) surgem a cada ano.

Segundo dados do censo, em 2018 o número total de IES no Brasil era de 2537, o que representou um aumento de 3,6% no número de instituições em comparação com 2017. Desta forma, de acordo com Lopes de Oliveira (2014), a avaliação correta do emprego e utilização de recursos nas universidades se tornou imprescindível.

Entretanto, na atividade de gestão do seu desempenho operacional, a maioria das IES ainda utiliza técnicas baseadas na intuição e experiência das

peças. Com métodos de difícil compreensão e aplicação, muitas organizações seguem com os métodos de “tentativa e erro”, a qual é uma abordagem popular e aparentemente simples para resolver um problema, mas o processo perde sua eficiência quando aplicado a problemas mais complexos (ZAREBA; SCHUH; CAMELIO, 2013). Além disso, procedimentos baseados em tentativas podem levar muito tempo e não garantem a otimização dos processos e procedimentos (NAZARIAN; KO; WANG, 2010).

A situação parece ser ainda mais complicada quando se pretende fazer comparações entre instituições, pois a maioria dos sistemas não apresenta padronização mínima necessária para possíveis confrontações (REINERT; REINERT, 2004). Como a modalidade EAD vem ganhando cada vez mais espaço no cenário econômico, é fundamental ter a gestão da utilização das salas de aula através de um indicador, pois estas estão ficando cada vez menos utilizadas fisicamente.

Atualmente, no processo de gestão dos espaços das universidades são utilizados diversos métodos, onde o mais utilizado é o método UFO (utilização, frequência e ocupação), no qual são consideradas as horas disponíveis e utilizadas, quantidade de alunos e capacidade das salas de aula (ABDULLAH; ALI; SIPAN, 2012; LOGENDRA, 2015; RAHMAN et al., 2015). Ibrahim, Yusoff e Bilal (2012) utilizaram a mesma base teórica, mas adicionaram novos indicadores para verificar salas utilizadas com ou sem agendamento.

De todos os métodos apresentados, aqueles que medem a utilização de espaço físicos, baseiam-se em ocupação de lugares em uma sala de aula e horas utilizadas sobre as horas disponíveis, ou seja, uma relação de desempenho. No entanto, não foram identificados estudos que avaliem a disponibilidade total das salas de aula, considerando as 24 horas do dia, visando obter uma utilização efetiva do recurso físico “sala de aula”.

Assim, é necessário definir um método para medir o desempenho operacional considerando todas as horas calendário, com foco em utilização das salas de aula, pois, segundo Magalhães et al. (2007), os gestores destas instituições necessitam apurar os resultados de cada atividade que contribuem para a formação do resultado da entidade, extraindo ao máximo os recursos da instituição. Afinal, despesas associadas ao espaço são o segundo maior custo após o salário dos funcionários das instituições de ensino superior (IBRAHIM;

YUSOFF; BILAL, 2012). Entretanto, a utilização dos recursos das instituições não vem sendo avaliada de maneira adequada (SSEMPEBWA, 2011).

Ademais, a interpretação dos resultados dos indicadores requer cuidado, pois isoladamente eles não fornecem suporte suficiente que permitam conclusões acerca do desempenho das instituições (CAMPAGNONI; PLATT NETO, 2013). Assim, a análise não pode se restringir aos dados fornecidos pelos *softwares* de gestão acadêmica, como a quantidade de salas e número de alunos. É necessário identificar uma métrica capaz de analisar as principais variáveis do processo de utilização de salas de aula e traduzi-las em um indicador.

Em resposta a essa compreensão dinâmica, alguns gestores têm adotado técnicas de gestão de indústrias para melhorar a qualidade e reduzir custos de processos de negócios variados (SOUZA, 2015). Souza (2015), por exemplo, utilizou o *Lean Healthcare*, que emprega os princípios de *Lean Manufacturing*, em um ambiente hospitalar. O autor apresentou uma aplicação em um centro cirúrgico e propôs a criação de um indicador para medir desempenho nestes casos: o ORE (*Operating Room Effectiveness*), que tem a sua base no OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) aplicado nas indústrias.

O indicador OEE mede a eficácia de um equipamento através da análise de três fatores: disponibilidade, desempenho e qualidade. Este indicador leva à redução de custos operacionais, maximizando a capacidade produtiva, ou seja, garantindo a ocupação máxima da capacidade da organização (REINERT; REINERT, 2004). A partir da análise dos indicadores que compõe o OEE é possível identificar onde estão localizadas as fragilidades de eficiência do sistema produtivo. O OEE é considerado um indicador global por integrar áreas. O desempenho da manufatura, engenharia, qualidade e manutenção são refletidos no resultado, fazendo com que a sua melhora seja um trabalho conjunto (GUIMARÃES, 2018).

Além dessa aplicação demonstrada por Souza (2015), vários trabalhos para otimizar recursos têm sido sugeridos na literatura, em áreas que atuam com produtos e serviços. Turati (2007) aplicou os conceitos de *Lean Manufacturing* no setor administrativo da Secretaria Municipal da Fazenda da Prefeitura Municipal de São Carlos. Com a aplicação do método, o procedimento de

atendimento fiscal a população teve suas etapas reduzidas de cinco para uma e a agregação de valor no procedimento aumentou de 4,5 % para 33,3%.

Evangelista, Grossi e Bagno (2013) realizaram um estudo em uma área administrativa de uma transportadora, a expedição, aplicando um conceito conhecido como *Lean Office*, que se baseia nos princípios e conceitos do *Lean Manufacturing*. A aplicação do método resultou em melhorias perceptíveis nos processos administrativos da empresa. Gronovicz et al. (2013) utilizaram o *Lean Office* em um escritório de projetos e constataram que nos principais processos existem desperdícios gerados pelo fator humano e pela cultura de trabalho, o que impacta na gestão, no fluxo de informação e no cliente.

Também se encontram aplicações em universidades com conceitos do *Lean*, porém, ainda em estágio evolutivo (THOMAS et al., 2015). É necessário identificar a melhor forma de aplicação dos conceitos *Lean* nas universidades, porém, quando se analisa as relações entre estrutura e desempenho organizacional, estas ainda parecem imaturas (LEITÃO, 1990).

Alguns autores buscaram a melhoria de desempenho das universidades através de um conceito chamado *Lean University*, que, assim como o *Lean Office*, também se baseia nas premissas do *Lean Manufacturing*. Narayanamurthy, Gurumurthy e Chockalingam (2017) estudaram os efeitos desta filosofia em um instituto educacional na Índia. Foram avaliados vários processos acadêmicos tais como: grade horária, distribuição de material online, aulas online, retorno ao aluno via portal e avaliação dos alunos. Após a identificação dos problemas, foram propostas soluções através de ferramentas *Lean* e, após uma nova análise do processo, diversas melhorias nos resultados foram alcançadas.

Vijaya Sunder (2016) analisou os processos de uma biblioteca universitária utilizando as ferramentas *Lean*. O estudo focou a redução do tempo para pesquisa de livro na biblioteca, na qual o tempo para esta pesquisa era, em média, quinze minutos e o objetivo era reduzir para cinco minutos. A meta foi atingida e, além do ganho em tempo, foi possível obter uma redução de oitenta e três horas-homem por dia, que pode ser utilizado pelos alunos para outras atividades úteis.

Por fim, Ngadiman, Hussin e Majid (2011) também avaliaram o desempenho de um laboratório utilizando o indicador OEE. Neste estudo, o foco

foi a análise de utilização de equipamentos de alto custo em laboratórios de universidades públicas na Malásia. No entanto, a análise foi focada na utilização destes equipamentos e respectivos programas de manutenção, não envolvendo, desta forma, a análise do laboratório em si, enquanto espaço físico.

Além dos estudos apresentados, outros utilizaram a metodologia *Lean University* para a melhoria de processos administrativos em instituições de ensino (BÂRSAN; CODREA, 2019; DOMAN, 2011; DRAGOMIR; SURUGIU, 2018). Entretanto, não foram encontrados trabalhos que suportem a medição de eficácia em universidades visando medir a utilização de recursos físicos, na utilização das salas de aula e sua taxa de ocupação. Tal análise é fundamental para garantir a otimização dos recursos da instituição, reduzindo seus custos operacionais e, conseqüentemente, tornando-a mais preparada para um mercado cada vez mais competitivo.

Portanto, considerando o contexto mundial de ensino superior e a migração de alunos da modalidade presencial para a modalidade a distância, coloca-se a seguinte pergunta de pesquisa: **como as ferramentas utilizadas na indústria para medição de desempenho operacional poderiam ser utilizadas nas universidades para gerir seus espaços físicos, de forma que a sua utilização fosse mensurável?**

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor um método para medição da utilização de espaços físicos em universidades a partir de modelos de desempenho aplicados na indústria.

1.1.1 Objetivos específicos

Para concluir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos serão desenvolvidos:

- a) Levantar a situação do ensino superior no Brasil, seus indicadores de desempenho e formas de planejar a ocupação de salas de aula;
- b) Identificar métodos que meçam o desempenho de organizações, relacionados à otimização de recursos físicos;

- c) Desenvolver artefato que retrate a ocupação das salas de aula;
- d) Aplicar a solução no cenário delimitado;
- e) Avaliar o conceito do método quanto à sua eficácia e facilidade de uso.

1.2 JUSTIFICATIVA

A conclusão dessa pesquisa promoverá um método prático que poderá ser utilizado para auxiliar as universidades a terem melhor controle de seus recursos, permitindo maximizar seus resultados, tanto do ponto de vista financeiro quanto operacional.

Atualmente, os indicadores exigidos pelo MEC (Ministério da Educação) têm foco apenas na qualidade acadêmica. Desta forma, será criado um indicador para medição da utilização das salas de aula em universidades. Este indicador, além de permitir avaliar a situação atual da instituição, também poderá servir como base para comparações entre universidades, uma vez que dados reais do processo serão utilizados como entrada.

Portanto, o presente estudo busca contribuir para um conhecimento mais detalhado sobre o desempenho operacional na área de serviços, com foco em recursos físicos. O novo método propõe uma fácil aplicação e interpretação dos resultados, utilizando como base métodos usados em ambiente industrial.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. No primeiro capítulo, além de uma introdução sobre o ensino superior no Brasil, citações sobre estudos já realizados em relação ao desempenho na área de serviços, uma breve apresentação de um indicador para medição de eficácia global, apresentam-se também os objetivos e as justificativas para a realização de um projeto que deseja desenvolver um método para medição de desempenho operacional em universidades, com foco em recursos físicos.

O capítulo 2, de fundamentação teórica, contém a revisão bibliográfica sobre os seguintes assuntos: as mudanças nas demandas do ensino superior, as iniciativas para adaptação à esta nova realidade, as formas de medição de

desempenho nas organizações e a avaliação de desempenho no ambiente industrial.

O terceiro capítulo expõe os aspectos metodológicos. Em suas seções, apresenta a abordagem metodológica utilizada, o *Design Science Research* (DSR) e seus procedimentos. Ao final deste capítulo, são apresentadas as limitações deste trabalho.

O quarto capítulo apresenta o desenvolvimento do modelo proposto, baseado em cada etapa da abordagem DSR, apresentada no capítulo 3.

Por fim, o capítulo 5 apresenta as considerações finais do trabalho, seguido das referências, apêndices e anexos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a mudança no perfil do aluno do ensino superior, as iniciativas das universidades para se adaptarem à nova realidade, o conceito de ensalamento e os métodos utilizados para medição de desempenho nas instituições de ensino. Por fim, apresenta os métodos utilizados em diferentes áreas para avaliar o desempenho de processos.

2.1 MUDANÇAS NAS DEMANDAS DO ENSINO SUPERIOR

O ensino superior está passando por grandes mudanças em todo o mundo. A cada ano, as matrículas em educação a distância vêm crescendo na maioria dos países, no entanto, têm crescido mais rapidamente nas economias emergentes (KONDAKCI; BEDENLIER; AYDIN, 2019).

De acordo com os dados da Tabela 1, que apresenta uma análise em doze países, mais de 23 milhões de alunos estão matriculados em algum curso na modalidade EAD. A facilidade de acesso à internet foi um fator que contribuiu para uma procura cada vez maior desta modalidade (KELLY, 2017).

Segundo Kondakci, Bedenlier e Aydin (2019), na China, Turquia e no Brasil, as matrículas em EAD têm aumentado drasticamente. Na China, os registros em EAD cresceram uma média de 8,8% ao ano entre 2004 e 2016. Na Turquia, as matrículas em educação aberta cresceram 20,1% entre 2008 e 2014. No Brasil, esta modalidade também vem ganhando força - os registros em EAD cresceram 63,8% ao ano de 2003 a 2009, antes de atingir a taxa média de crescimento anual de 9,9% entre 2009 e 2014.

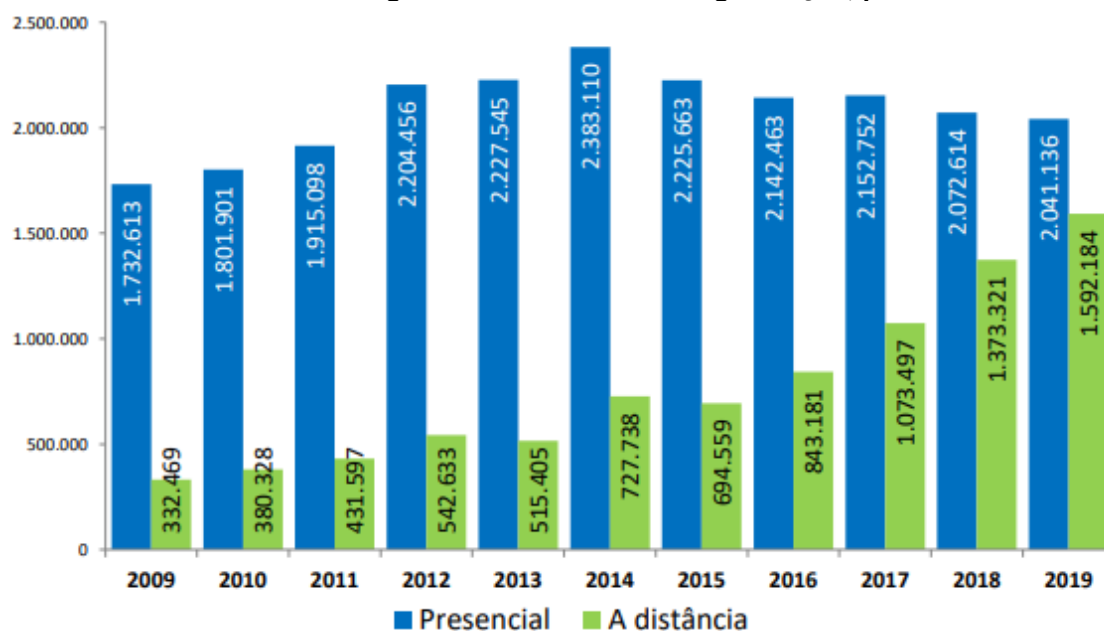
Os dados do censo da educação superior de 2019 comprovam este crescimento no Brasil. Observando a série histórica de dados desde 2009, é possível verificar claramente um crescimento de alunos na modalidade EAD (Gráfico 2) e que, em 2019, os ingressantes nesta modalidade representavam 43,8% do total.

Tabela 1 – Quantidade de alunos matriculados na modalidade EAD

País	Matrículas em EAD
África do Sul	337.900
Alemanha	154.300
Austrália	261.000
Brasil	1.341.800
Canadá	361.000
China	6.450.000
Coréia do Norte	298.600
Estados Unidos	5.828.000
Índia	4.200.000
Turquia	1.374.300
Reino Unido	173.900
Rússia	2.475.500
TOTAL	23.257.100

Fonte: Kondakci, Bedenlier e Aydin (2019)

Gráfico 2 – Número de ingressantes em cursos de graduação, por modalidade



Fonte: Brasil (2020)

Além do aumento na quantidade de alunos, a quantidade de instituições de ensino também está aumentando. Em 2002, o MEC aprovou 25 instituições autorizadas a oferecer EAD. Destes 25, 16 eram instituições públicas e 9 eram

instituições privadas. Em 2012, 150 instituições foram autorizadas a oferecer cursos EAD, sendo 80 públicas e 70 privadas. Até 2016, das 331 instituições autorizadas a oferecer cursos EAD, as instituições públicas constituíam 22,4% deste total, ou seja, pouco mais de 70 instituições (KONDAKCI; BEDENLIER; AYDIN, 2019). Segundo Brasil (2019), em 2018, o número total de IES no Brasil era de 2537, o que representou um aumento de 3,6% no número de instituições em comparação com 2017.

Outro ponto importante a ser considerado sobre cursos EAD ocorreu no fim de 2019, onde o então ministro da educação Abraham Weintraub assinou a Portaria 2177 que autoriza os cursos presenciais a terem até 40% da sua carga horária em disciplinas EAD (conforme ANEXO 1). Assim, mesmo os cursos presenciais passam a ter grande parte de uma carga horária em outra modalidade.

Em virtude deste crescimento de alunos no ensino superior e da quantidade de instituições que oferecem cursos na modalidade EAD, McDonald (2013) conclui que faculdades e universidades devem lidar com a pressão de muitos lados para manter sua vantagem competitiva.

O EAD é visto como uma maneira de atender à demanda por ensino superior mais rapidamente, exigindo menos infraestrutura física. Com isto, muitas instituições têm uma infraestrutura de longa data (KONDAKCI; BEDENLIER; AYDIN, 2019) que era utilizada no ensino exclusivamente presencial e agora é necessário encontrar novos formatos para aumentar a utilização dos espaços físicos.

2.2 INICIATIVAS DE ADAPTAÇÃO À NOVA REALIDADE

Como exemplo de ação para atingir essas métricas aprimoradas, McDonald (2013) cita o curso de *design* da Universidade de Washington que implementou salas de aula flexíveis, escaláveis de seis a quarenta usuários (Figura 1). A planta resultante permite que professores e alunos reconfigurem as salas de aula com frequência e sem assistência, passando sem esforço da sala de aula para o laboratório de habilidades e para a sala de simulação de exames.

Ou seja, eles estão fazendo mais com menos, encantando os alunos com novos espaços inovadores e atendendo às demandas orçamentárias mais restritas.

Figura 1 – Sala de aula flexível na Universidade de Washington



Fonte: Mcdonald (2013)

Está claro que o planejamento é imprescindível para que a instituição possa sobreviver num período de recursos escassos e de alta competitividade (BARBOSA; FERREIRA, 2009).

Todo esse investimento em estrutura física já está instalado dentro das universidades e, neste momento, a gestão da utilização destes espaços torna-se vital para a boa saúde financeira da instituição. É necessário coletar corretamente todos os dados de alunos e a capacidade das salas de aula, a fim de garantir que o ensalamento (atividade que consiste em alocar cada aluno, em cada disciplina, em uma sala de aula ou laboratório, respeitando sempre os limites de capacidade de cada lugar) seja feito da melhor forma possível. Assim, está claro que o planejamento é imprescindível para que a instituição possa sobreviver num período de recursos escassos e de alta competitividade (BARBOSA; FERREIRA, 2009).

Em todo início de semestre ou ano letivo, a maioria das instituições de ensino precisam elaborar o quadro de horários (CRUZ et al., 2016). Para atender

à esta demanda, pesquisadores fizeram grandes esforços no desenvolvimento de métodos e algoritmos para produzir boas soluções (SAHOO et al., 2017) e, desde a década de 1960, se estudam problemas de horários de cursos (CHEN; SHIH, 2013).

De acordo com Sarin, Wang e Varadarajan (2010), o tamanho de um problema de horário da universidade, que normalmente envolve a programação de milhares de cursos a serem ministrados por centenas de membros do corpo docente em centenas de salas de aula, torna esse problema formidável para resolver com otimização. Essas abordagens podem ser classificadas nas categorias de programação matemática, métodos de pesquisa metaheurística ou pesquisa local, raciocínio baseado em restrições ou programação lógica, sistemas de suporte a decisões, cronograma interativo e raciocínio baseado em casos ou sistemas baseados em conhecimento.

Assim, existem diversas estratégias para realizar o ensalamento nas instituições de ensino. Nos Estados Unidos, na Universidade Estadual da Virginia, por exemplo, há um escritório de registros da universidade que inicia o processo de agendamento solicitando perfis de cursos de cada departamento. Um perfil do curso inclui, entre outros detalhes, o número de créditos, a capacidade do curso, o nome do membro da faculdade, seu horário preferido e três prédios com salas de aula com diferentes níveis de prioridade. Depois de receber todos os perfis, o escritório de registros alimenta os dados em um *software*, que tenta determinar a melhor sala de aula possível para cada curso em um de seus três edifícios preferidos e em seu horário preferido, satisfazendo as duas restrições rígidas a seguir:

- a) nenhuma sala de aula pode realizar mais de uma aula no mesmo momento;
- b) nenhum membro do corpo docente pode ensinar mais de uma turma no mesmo momento (SARIN; WANG; VARADARAJAN, 2010).

Cruz et al. (2016) citam um exemplo em uma universidade brasileira onde, assim como nas universidades norte americanas, a quantidade de variáveis consideradas é bastante extensa. Em uma formulação básica, deve ser considerada a quantidade de turmas, o número de alunos matriculados e a capacidade das salas de aula. Para aprimorar a formulação do problema, outras variáveis podem ser incluídas, como por exemplo, proximidade entre turmas do

mesmo curso, proximidade com laboratórios (para as turmas que utilizam constantemente esses espaços), capacidade dos blocos de salas de aula e o deslocamento dos professores entre os diversos blocos.

Além disso, algumas restrições comuns aos problemas de alocação de salas devem ser consideradas:

- a) as aulas de duas disciplinas não podem ocorrer ao mesmo tempo em uma mesma sala;
- b) a aula de uma disciplina não pode ocorrer em mais de uma sala no mesmo instante;
- c) a capacidade da sala deve ser maior que o número de alunos inscritos para aquela aula.

Cada restrição dessas impede a obtenção de soluções inviáveis que só serão aceitas se todas essas forem atendidas simultaneamente (CRUZ et al., 2016).

Devido à grande variedade de restrições, limitações de recursos e fatores humanos envolvidos, a programação de cursos geralmente é feita com o uso de computadores (CHEN; SHIH, 2013). Além de *softwares* desenvolvidos para uma instituição de ensino em específico, existem *softwares* gratuitos que realizam esta função, como é o caso do FET – *Free Timetabling Software*, mostrado na Figura 2.

No entanto, de forma geral, esses *softwares* possuem um processo de definição de parâmetros complexa, o que desestimula sua utilização na maioria das IES. Assim, o ensalamento acaba sendo realizado manualmente (CHEN; SHIH, 2013), com o apoio de planilhas, em um processo de tentativa e erro, visando obter a melhor distribuição de alunos, na menor utilização de espaço físico possível.

Desta forma, fica claro que o processo é extenso e, por vezes, gera um resultado distante do ideal. Horários inadequados resultam em níveis de utilização de espaço ruins. A solução, portanto, não é provisionar mais recursos, mas utilizar adequadamente os recursos disponíveis (ABDELHALIM; EL KHAYAT, 2016). De acordo com estes autores, em muitos casos, a inflexibilidade na alocação de espaços não significa necessariamente que a instituição tenha recursos insuficientes, mas pode não ter informações suficientes sobre esses recursos. Isso acontece devido à ausência de um

mecanismo que forneça informações oportunas e precisas sobre os espaços dentro das universidades.

Figura 2 – Exemplo de utilização do FET

The screenshot displays the 'Activity Planning Dialog' window. The main grid shows the following data:

	AL 6	DN 6	MD 6	M2 9	PHCCU 3	P1 9 (12)	EF 0	FEU 9 (0)	CASI 3
Primer Año 0									
G101 19 (18)	2 Bárbaro	2 Ortiz	2 Adrián	3 Ernesto	1 Leyanis	3 Peña	1	1 Richa	
G102 17 (16)	2 Bárbaro	2 Arturo	2 Adrián	3 Ernesto	1 Diamiry	3 Peña	1	1 Richa	
G103 17 (16)	2 Bárbaro	2 Arturo	2 Danilo	3 Ernesto	1 Leyanis	2 Karel 1 Peña	1	1 Richa	
Segundo Año 2									
G201 15 (14)							1		
G202 15 (14)							1		
Tercer Año 2									
G301 19 (15)						2 Karel 1 Peña	1		

Summary table at the bottom:

	Bárbaro 6	Ortiz 2	Arturo 4	Adrián 4	Danilo 2	Ernesto 9	Leyanis 2	Diamiry 1	Peña 7 (8)
Subjects	6 AL	2 DN	4 DN	4 MD	2 MD	9 M2	2 PHCCU	1 PHCCU	7 P1
Students	2 G101 2 G102 2 G103	2 G101	2 G102 2 G103	2 G101 2 G102	2 G103	3 G101 3 G102 3 G103	1 G101 1 G103	1 G102	3 G101 3 G102 1 G103, G301

The right sidebar contains the following options:

- Action:**
 - Activities
 - Subactivities
 - Add activity
 - Modify activity
 - Delete activities
- Options:**
 - Active (dropdown)
 - Show years
 - Show groups
 - Show subgroups
 - Show teachers
 - Show tags
 - Show duplicates
 - Hide empty lines
 - Swap axes

Buttons at the bottom: Pseudo activities, Delete all, Hide buttons, Close.

Fonte: FET – Free Timetabling Software (2020)

O ensalamento é uma atividade rotineira em qualquer instituição de ensino, porém, a avaliação do desempenho da ocupação dos espaços físicos é uma atividade realizada ainda de uma forma superficial. É fundamental que as universidades tenham um número que demonstre o desempenho das suas salas de aula, tanto da sua utilização, como da qualidade desta ocupação (quantidade de carteiras efetivamente utilizadas). Enquanto este tipo de gestão não é realizado, as IES arcam com os custos operacionais e de manutenção, quer o espaço seja bem utilizado ou não (KASIM; NOR; MASIRIN, 2012).

Todas as organizações têm missões a cumprir e querem atingi-las com a máxima qualidade, visando bons resultados econômicos (RAMOS; MÁXIMO; ORLANDO FILHO, 2016). Desta forma, as instituições de ensino superior precisam de um mecanismo para garantir que suas instalações de ensino e aprendizagem sejam efetivamente gerenciadas para a máxima utilização

(KASIM; NOR; MASIRIN, 2012). Com o gerenciamento eficiente do espaço, as IES podem planejar, configurar e reconfigurar, alocar e realocar, auditar e monitorar o uso do espaço com mais eficiência (ABDULLAH; ALI; SIPAN, 2012).

Para Velimirović, Velimirović e Stanković (2011), novas condições de negócios, nas quais a informação é o recurso mais importante, impõem novas abordagens na avaliação de desempenho das organizações, a qual, no sistema de avaliação tradicional, desenvolveu apenas indicadores financeiros e contábeis. Uma das abordagens mais recentes refere-se à medição do desempenho das organizações via indicadores-chave ou KPI (*key performance indicators*). Os KPIs são os objetivos mais abrangentes em qualquer organização (AZMA, 2010) e podem ser definidos para equipamentos ou espaços individuais, subprocessos e até plantas inteiras (LINDBERG et al., 2015).

2.3 MEDIÇÃO DE DESEMPENHO DAS ORGANIZAÇÕES

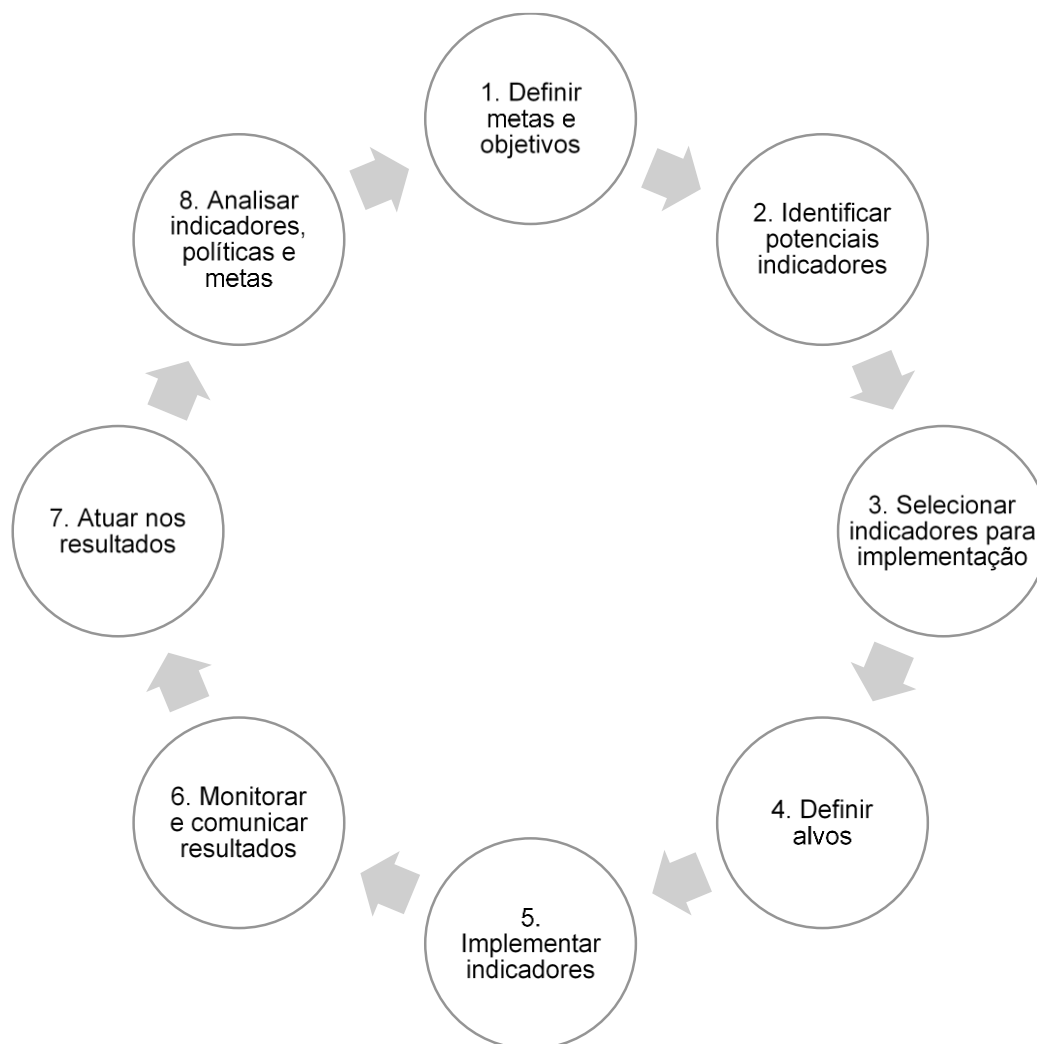
Os KPIs são medidas quantitativas específicas que informam às partes interessadas se a empresa está atingindo seus objetivos, usando um nível aceitável de recursos. Essas avaliações geralmente comparam o desempenho real e o previsto (COX; ISSA; AHRENS, 2003). Além disso, os KPIs ajudam a remover a emoção do objeto do negócio e focam o trabalho e o que está gerando lucro (VELIMIROVIĆ; VELIMIROVIĆ; STANKOVIĆ, 2011). Desta forma, segundo Dombrowski, Schmidtchen e Ebentreich (2013), a qualidade dos dados básicos é fundamental para a eficácia de um KPI.

Muitas empresas estão trabalhando com medidas erradas, muitas das quais são nomeadas incorretamente como principais indicadores de desempenho. Pouquíssimas organizações realmente monitoram seus verdadeiros KPIs (BADAWY et al., 2016). Assim, para a definição dos indicadores, é importante seguir uma estrutura modelo. Rakar, Zorzut e Jovan (2004) propõem um modelo fechado para a definição de KPIs, composto de 8 passos, conforme mostra a Figura 3.

Shahin e Mahbod (2007) também definem um método para a criação de indicadores chave de desempenho, baseado em cinco critérios. Nesse caso, o método referenciado é o SMART (*specific, measurable, assignable, realistic,*

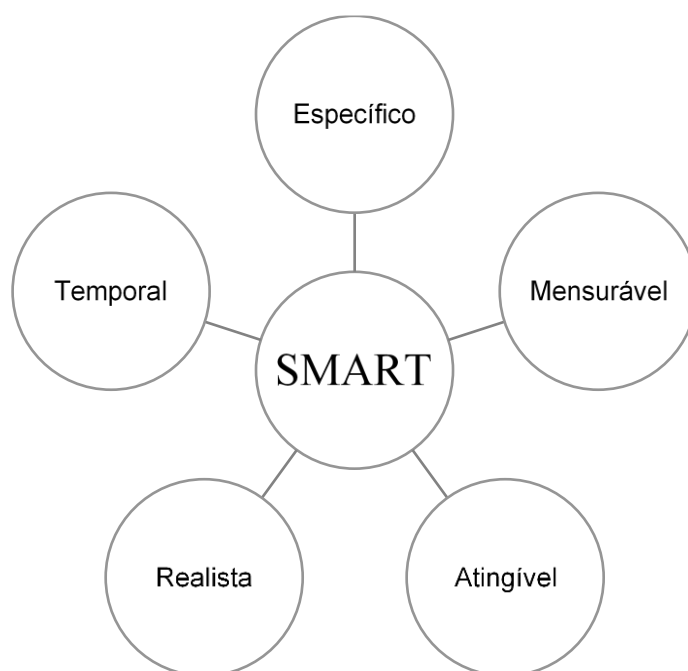
time related), no qual o indicador deve seguir os critérios de ser: (i) específico, (ii) mensurável, (iii) atingível, (iv) realista e (v) temporal (ou seja, sensível ao tempo), de acordo com a Figura 4.

Figura 3 – Modelo fechado para a definição de KPIs



Fonte: Rakar, Zorzut e Jovan (2004)

Nos dias de hoje, os principais indicadores utilizados na gestão de universidades envolvem os dados que são informados ao Ministério da Educação e estes, por sua vez, têm seu foco na qualidade acadêmica. São exemplos destes indicadores: controle da titulação dos docentes (especialistas, mestres e doutores), regime de trabalho (horistas, tempo parcial e integral), quantidade de alunos, quantidade e modalidade de cursos, entre outros.

Figura 4 – Método SMART

Fonte: Shahin e Mahbod (2007)

Assim, os gestores das IES deparam-se diariamente com dúvidas do tipo: como está o desempenho dos cursos de graduação? Onde é prioritário investir-se os recursos? Quais aspectos devem ser melhorados neste curso? (LOPES DE OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Leitão (1987), a avaliação do desempenho na educação superior é uma questão polêmica, discutida há alguns anos por pesquisadores no exterior e recentemente no Brasil, mas ainda em busca de consenso. Segundo o autor, os problemas identificados na avaliação de organizações podem ser assim resumidos:

- a) os critérios relevantes de eficácia podem mudar durante a vida da organização e conforme as condições ambientais;
- b) diferentes pessoas envolvidas com a instituição podem ter particular importância, conforme o momento ou o aspecto envolvido;
- c) os critérios podem ser válidos para um nível da organização e não para outro;
- d) mensuração envolve o pressuposto da exatidão e quantificação, o que frequentemente não é possível face à magnitude e complexidade do conceito de eficácia;

- e) critérios múltiplos e conflitos podem enfraquecer a capacidade da avaliação;
- f) do ponto de vista teórico, modelos de avaliação podem ter muito pouco valor se não contribuírem para o conhecimento das estruturas, processos ou comportamento das organizações;
- g) a descoberta das relações entre as várias dimensões de eficácia pode ser difícil;
- h) há discordâncias quanto às organizações poderem ser tipificadas pelo mesmo critério ou requererem um particular conjunto de critérios;
- i) não há consenso sobre quem, entre os grupos existentes, deva determinar os critérios;
- j) não há consenso sobre se a fonte de critérios seria os registros da organização ou a percepção pessoal;
- k) há divergências ainda quanto à descritividade/normatividade dos critérios ou quanto à sua natureza estática ou dinâmica.

Desta forma, fica evidente a necessidade da definição exata de indicadores de desempenho para a gestão das universidades.

Valmorbida (2012) realizou um levantamento dos artigos relacionados ao tema, considerando o período entre 2001 e 2011. Como resumo desta análise, foram selecionados 13 artigos que relacionam 127 indicadores de desempenho, onde os relacionados à utilização de espaços físicos estão listados no Quadro 1.

É possível identificar que, apesar da grande quantidade de indicadores levantados, em nenhum estudo há um indicador específico para avaliar a eficiência operacional. Nesse caso, o conceito de eficiência está relacionado com a utilização e alocação dos recursos.

Dessa forma, para se obter valores confiáveis no cálculo da eficiência é necessário empregar indicadores que representem, de forma consistente, as características inerentes ao ensino de graduação da instituição (LOPES DE OLIVEIRA, 2014). Atualmente, o gerenciamento do espaço físico é um dos componentes mais importantes no gerenciamento das instalações das universidades (IBRAHIM; YUSOFF; BILAL, 2012).

Quadro 1 – Indicadores de desempenho relacionados a espaços físicos

Autores e Ano	Indicadores
Sheehan; Vaidyanathan; Kalagnanam (2009)	Custo de manutenção por metro quadrado; % de solicitações de serviços com retrabalhos; Custo com aquecimento por metro quadrado.
Philbin (2011)	Recursos disponíveis x utilizados; Instalações disponíveis; Disponibilidade de equipamentos.
Reichmann; Reichmann (2010)	Número de lugares do estudo; % de utilização das instalações (biblioteca).
Casu; Thanassoulis (2006)	Custos administrativos por aluno; Custos administrativos por departamento; Eficiência.
Jorge et al. (2009)	Grau de eficiência; Volume de serviços ofertados; Insumos utilizados; Controle do patrimônio; Recursos disponíveis.
Oliveira; Turrioni (2006)	Despesa corrente/aluno; Custo corrente/aluno equivalente.

Fonte: Valmorbidia (2012)

Para a medição desta eficiência, diversos métodos envolvendo indicadores foram desenvolvidos. Na África, Owolabi (1995) desenvolveu um método que enumera três dimensões para a avaliação da utilização do espaço de ensino:

- a) fator de frequência de uso ou taxa de utilização do tempo (TUR – *time utilization rate*);
- b) fator de ocupação ou taxa de utilização de espaço (SUR – *space utilization rate*);
- c) taxa de utilização global (GUR – *global utilization rate*).

O Quadro 2 demonstra a forma de cálculo para o método proposto por Owolabi (1995). O escritório de auditoria nacional do Reino Unido (NAO – *National Audit Office*) também desenvolveu um método para o cálculo da utilização das salas de aula. NAO (1996) utilizou três fatores para o cálculo de utilização, assim como o modelo proposto por Owolabi (1995). Estes fatores são: utilização, frequência e ocupação e, devido às iniciais de cada fator, este método também é chamado na literatura de método UFO (ABDULLAH; ALI; SIPAN, 2012; LOGENDRA, 2015; RAHMAN et al., 2015). No cálculo da ocupação do método desenvolvido por NAO (1996), fica claro que a capacidade total é

calculada somente durante as horas em que a sala está em uso. A forma de cálculo do método proposto por NAO (1996) é apresentada no Quadro 3.

Quadro 2 – Cálculo da utilização através do método de Owolabi

TUR Taxa de utilização do tempo	=	$\frac{\text{Número de períodos de tempo em que uma sala está em uso}}{\text{Número de períodos em que ela deve ser usada}}$
SUR Taxa de utilização do espaço	=	$\frac{\text{Número de alunos que ocupam uma sala}}{\text{Número de alunos que deveriam ocupar a sala}}$
GUR Taxa de utilização global	=	Taxa de utilização do espaço (SUR) x Taxa de utilização do tempo (TUR)

Fonte: Owolabi (1995)

Quadro 3 – Cálculo da utilização através do método de NAO

% Frequência	=	$\frac{\text{Número de horas que uma sala está em uso}}{\text{Disponibilidade total (a semana programada)}}$
% Ocupação	=	$\frac{\text{Tamanho médio do grupo}}{\text{capacidade total durante as horas de uso da sala}}$
Utilização	=	$\frac{\text{\% frequência} \times \text{\% ocupação}}{100}$

Fonte: NAO (1996)

Nos Estados Unidos, o Conselho Estadual de Educação Superior da Virgínia (SCHEV - *State Council of Higher Education for Virginia*) utilizou o mesmo método para o cálculo de utilização proposto por NAO (1996). Em seu relatório, SCHEV (2004) apresenta quais são as diretrizes para o cálculo de cada fator, sendo:

- a) as salas de aula devem ser utilizadas, em média, 40 horas por semana e os laboratórios 24 horas por semana;
- b) a ocupação deve ser, em média, 60% para as salas de aula e 75% para os laboratórios.

Outro método foi proposto pela Associação de Gestão de Instalações de Ensino Superior da Austrália (TEFMA - *Tertiary Education Facilities Management Association*). Da mesma forma que os métodos anteriores, TEFMA (2009) desenvolveu um método utilizando três fatores, no entanto, conforme mostra o Quadro 4, o cálculo da ocupação considera o número total de alunos durante

todo o período, bem como a divisão é feita pela capacidade da sala, multiplicada pelas horas em que a sala foi efetivamente utilizada.

Quadro 4 – Cálculo de utilização através do método de TEFMA

RF Frequência da sala	=	$\frac{\text{Horas utilizadas}}{\text{Horas disponíveis}}$
Occ Ocupação da sala	=	$\frac{\text{Total de alunos durante o período avaliado}}{\text{Capacidade x horas utilizadas}}$
Utilização	=	Frequência da sala (RF) x Ocupação da sala (Occ)

Fonte: TEFMA (2009)

Em todos os métodos apresentados, a lógica de cálculo de utilização permanece a mesma, ou seja, são verificadas as horas da semana em que a sala é utilizada e é verificado quantos alunos estão ocupando a sala em relação à sua capacidade. Em nenhuma destas propostas são considerados os desvios da rotina da universidade, ou seja, cancelamentos ou utilização da sala sem agendamento. Desta forma, Ibrahim, Yusoff e Bilal (2012) realizaram um estudo baseado no método proposto por TEFMA (2009), porém, identificando estes desvios na utilização dos espaços da universidade.

O método aplicado por Ibrahim, Yusoff e Bilal (2012), conforme apresentado no Quadro 5, além dos três indicadores utilizados nos métodos anteriores, verifica a frequência de agendamento, quando uma sala foi utilizada sem agendamento e quando houve agendamento mas a sala não foi utilizada, retratando um cenário mais realista da situação.

Conforme apresentado, apesar dos métodos propostos na literatura auxiliarem as universidades na análise do desempenho operacional, indicando a utilização dos espaços físicos e auxiliando nas tomadas de decisão, os valores e critérios utilizados nos cálculos variam conforme o estudo (Quadro 6). Considerando que cada autor que fez a aplicação do método UFO utilizou uma quantidade diferente de horas disponíveis de sala, fica difícil fazer uma comparação de resultados obtidos.

Quadro 5 – Cálculo da utilização e desvios propostos por Ibrahim, Yusoff e Bilal

Frequência de utilização	=	$\frac{\text{Horas utilizadas}}{\text{Horas disponíveis}}$	x	100%
Ocupação	=	$\frac{\text{Total de alunos durante o período avaliado}}{\text{Capacidade x horas utilizadas}}$	x	100%
Utilização	=	$\frac{\text{Frequência de utilização x ocupação}}{100}$		
Frequência de agendamento	=	$\frac{\text{Horas agendadas}}{\text{Horas disponíveis para agendamento}}$	x	100%
Utilizado mas não agendado	=	$\frac{\text{Horas utilizadas sem agendamento}}{\text{Horas disponíveis para agendamento}}$	x	100%
Agendado mas não utilizado	=	$\frac{\text{Horas agendadas mas não utilizadas}}{\text{Horas agendadas}}$	x	100%

Fonte: Ibrahim, Yusoff e Bilal (2012)

Quadro 6 – Comparativo entre variáveis nos estudos com o método UFO

Autor	Horas disponíveis da sala avaliada no estudo
Ssempebwa, Owolabi e Bakkabulindi (2012)	40 horas
Abdullah, Ali e Sipan (2012)	35 horas
Abdullah et al. (2012)	38 horas
Kasim, Nor e Masirin (2012)	35 horas
Rahman et al. (2015)	40 horas
Logendra (2015)	45 horas (período 1) 63 horas (período 2)

Fonte: autoria própria

Como pôde ser visto, estes métodos não mostram, com exatidão, o uso efetivo do espaço considerando todas as horas calendário. Entretanto, não importa qual seja o objetivo da organização ou o uso das informações de desempenho, um sistema completo de medição de desempenho precisa ser abrangente o bastante para cobrir as dimensões de desempenho mais críticas da organização (JONSSON; LESSHAMMAR, 1999).

Para isso, as universidades poderiam buscar práticas de medição em outros tipos de atividade. Neste ponto, o ambiente industrial está muito à frente com a filosofia de entregar o máximo de resultado com o mínimo de recursos, quantificando seu desempenho constantemente. Para Sunder M. e Antony (2018), isso ocorre porque o setor de ensino superior é muito diferente do setor de manufatura, de onde surgiu a maioria das metodologias de qualidade.

No ambiente industrial, a principal filosofia aplicada para a redução de perdas é o *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta. A manufatura enxuta é uma prática que considera o gasto de recursos em objetivos que não agregam valor para o cliente um desperdício e, portanto, um alvo para a eliminação (ELMOSELHY, 2013). Desta forma, esta filosofia tem como principais pilares: eliminar desperdícios, erradicar defeitos e reduzir tempos de processo (JAYARAM; DAS; NICOLAE, 2010).

No entanto, o *Lean Manufacturing* não se restringe ao ambiente industrial. Esta filosofia também já foi aplicada nas áreas da saúde, educação, escritórios, além de diversas outras. Na saúde, com o nome de *Lean Healthcare*, Guimarães (2018) analisou a eficiência de um centro cirúrgico hospitalar e Fabbri (2011) fez um levantamento de oportunidades de ganho em um hospital brasileiro. Souza (2015) também utilizou esta filosofia no ambiente hospitalar e criou um indicador, chamado de ORE. O indicador proposto por Souza (2015) foi adaptado do indicador OEE, proveniente da indústria, para medir a eficiência de um sistema, cuja forma de cálculo deste novo indicador é apresentada na Figura 5.

O indicador proposto por Souza (2015) mantém as classes propostas por Nakajima (1988) de modo a manter a simplicidade e compatibilidade de interpretação existente no OEE. No entanto, o ORE apresenta uma reinterpretção das perdas associadas em cada classe, coerentemente com a natureza dos processos de um centro cirúrgico.

Da mesma forma que no OEE, o ORE pode ser obtido pelo produto dos fatores de disponibilidade, desempenho e qualidade. De acordo com Souza (2015), cada fator é calculado da seguinte forma:

- a) A disponibilidade está intimamente ligada ao tempo total disponível (TTD) para a produção da sala cirúrgica e seu tempo de operação. O cálculo é realizado a partir do TTD que é definido pelos gestores e a equipe médica como aquele destinado à realização de cirurgias. Para

calcular o índice de disponibilidade da sala, do TTD são retirados os tempos perdidos com: paradas planejadas para manutenção (falhas em equipamentos), *setups* (preparação e limpeza das salas) e ociosidade por não agendamento de cirurgias. O tempo líquido resultante é denominado por tempo total programado (TTP);

- b) O desempenho da sala cirúrgica é medido como a fração do TTP que não é perdida com variações sobre a programação previamente realizada. Essas variações incluem: pequenas paradas (problemas com equipamentos, materiais cirúrgicos, queda momentânea de energia, etc.), intercorrências relacionadas ao procedimento ou à situação clínica do paciente e que somente são identificadas durante a cirurgia, extrapolando o tempo planejado e cancelamentos de cirurgias. O tempo líquido, resultante após retirar as perdas planejadas e não planejadas, é denominado tempo total utilizado (TTU);
- c) Por fim, o índice de qualidade é medido como a fração do TTU que não é perdida em reintervenções cirúrgicas (retrabalhos), erros ou falhas nos procedimentos cirúrgicos. O tempo líquido resultante é denominado tempo total de agregação de valor (TTAV).

Nas universidades, utilizando o *Lean University*, Bârsan e Codrea (2019) reduziram em 17,6% o tempo do processo de emissão de um diploma provisório, até que o original ficasse pronto. Doman (2011) também utilizou esta metodologia para melhorar os processos administrativos de uma universidade e concluiu que os princípios e práticas enxutas utilizadas na indústria podem ser aplicados com sucesso para melhorar os processos do ensino superior.

Dragomir e Surugiu (2018) aplicaram o *Lean University* nos processos administrativos da universidade e, posteriormente, em outros setores. Para esta implementação, foi seguido um modelo com 4 etapas:

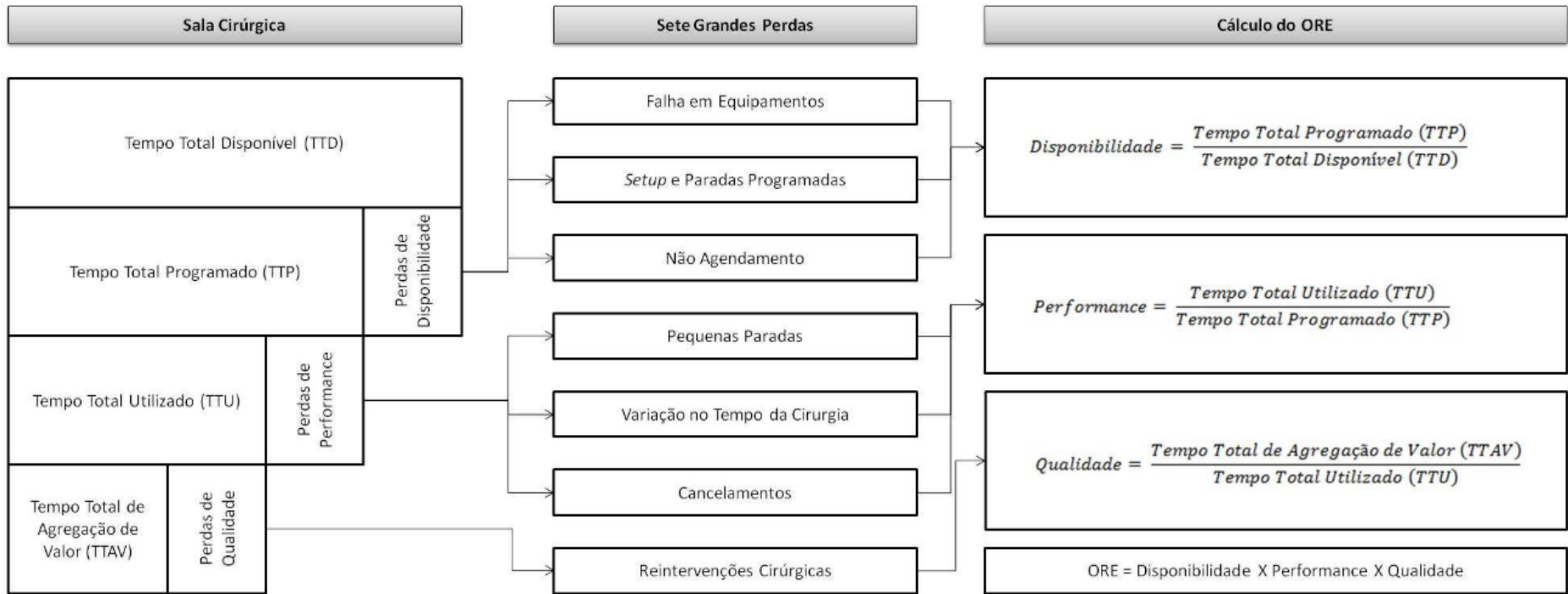
- 1) Identificar as oportunidades - realizar uma pesquisa de diagnóstico em toda a organização em busca de problemas e oportunidades;
- 2) *Design* da solução - criar um rascunho para o sucesso que envolva todos os funcionários: treinamento, mapeamento e planejamento;
- 3) Implementação - usar eventos *kaizen*, equipes focais e métricas para implementar e ilustrar as mudanças;

4) Melhoria Contínua - monitorar o desempenho após a conclusão dos projetos.

Apesar dos diferentes estudos apresentando a aplicação do *Lean University* na melhoria dos processos operacionais, não foi identificada nenhuma iniciativa com o objetivo de otimização de espaços físicos e, portanto, não foi possível extrair informações relevantes para o método a ser proposto neste trabalho.

Conforme apresentado, os conceitos do *Lean Manufacturing*, associados às métricas de desempenho, podem ir muito além do ambiente industrial, envolvendo diversos setores da economia. Segundo Neely (2002), a medição do desempenho se tornou uma indústria multimilionária. Mas para isto, é fundamental definir métricas para a correta avaliação do desempenho dos processos.

Figura 5 – Forma de cálculo do indicador ORE



Fonte: Souza (2015)

2.4 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NO AMBIENTE INDUSTRIAL

No ambiente industrial existem diversos sistemas, métodos e indicadores para a avaliação de desempenho operacional. Um exemplo de método é o BSC (*Balanced Scorecard*), desenvolvido por Kaplan e Norton (1996). Segundo Alsyouf (2006), os objetivos e medidas do BSC são derivados da visão e estratégia de uma organização com base em quatro perspectivas diferentes:

- a) financeira;
- b) cliente;
- c) processos internos;
- d) inovação e crescimento.

As diferentes medidas entre as quatro perspectivas podem ser vinculadas em uma série de relações de causa e efeito. Conforme o Quadro 7, Biasotto (2006) relacionou os objetivos estratégicos da manutenção planejada às perspectivas do BSC, bem como aos fatores críticos de sucesso da empresa avaliada.

Para Paranjape, Rossiter e Pantano (2006), o BSC adotou uma abordagem inovadora para a medição de desempenho que agradou a muitos e ainda prevalece como o sistema de medição de desempenho dominante. Além disso, essa abordagem facilita a tomada de decisões econômicas (ALSYOUF, 2006).

Implementações bem-sucedidas, no entanto, são muito menos prevalentes e ainda é difícil traduzir o BSC em ações concretas, uma vez que o foco deste método é “o que medir” e não “como medir” (PARANJAPE; ROSSITER; PANTANO, 2006). Desta forma, segundo os autores, a implementação deste sistema nas indústrias ainda apresenta uma alta taxa de falha e isto está parcialmente associada à má gestão das métricas. Assim, o BSC pode ser resumido como um método para relacionar os indicadores de desempenho da empresa aos seus objetivos estratégicos, visando facilitar a comunicação destes às partes interessadas da instituição, porém, não tem potencial para ser utilizado pelo método a ser desenvolvido neste trabalho.

Outro exemplo para avaliar o desempenho operacional das indústrias e priorizar suas variáveis são as análises de decisão multicritério. Shahin e Mahbod (2007) e Perera e Perera (2019) aplicaram o processo analítico hierárquico (AHP - *analytic hierarchy process*) para conectar os indicadores que medem o

desempenho. De acordo com a Figura 6, o modelo proposto consiste em três níveis: primeiro nível (especificar um objetivo a ser avaliado), segundo nível (critérios de decisão sobre o objetivo) e terceiro nível (alternativas de ação que impactam o objetivo).

Quadro 7 – O BSC relacionado aos objetivos da manutenção planejada

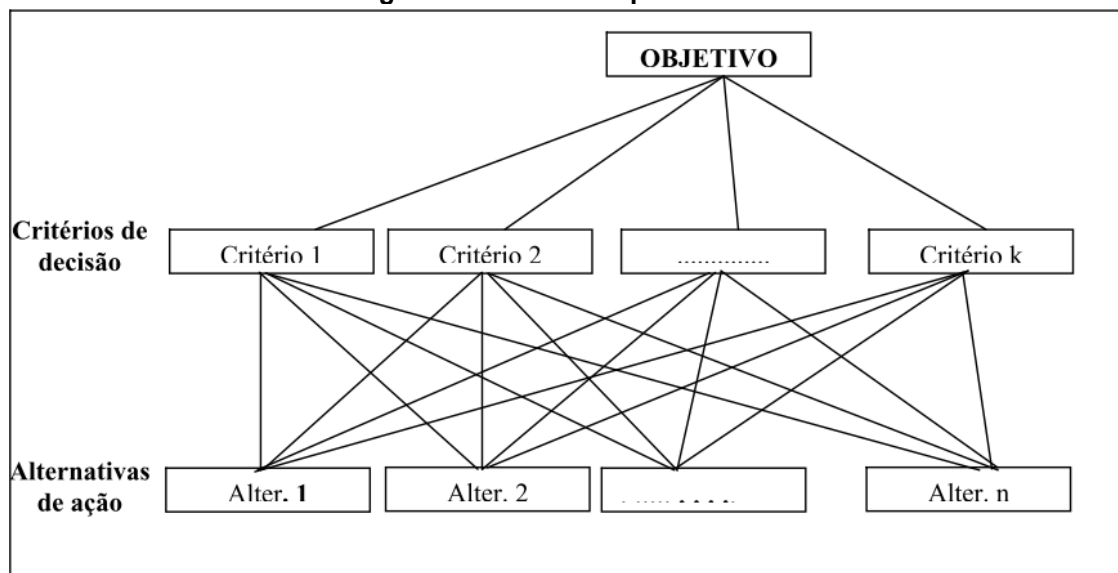
Perspectivas do BSC	Fatores Críticos de Sucesso	Objetivos estratégicos da manutenção planejada
Financeira	1. Controlar e reduzir os custos de manutenção	Custos: - Reduzir desperdício material - Reduzir estoque peças - Eliminar retrabalhos
		Consumo de Energia: - Otimizar o consumo de energia - Reduzir as perdas
Cliente	2. Reduzir, eliminar e prevenir as quebras das máquinas	Disponibilidade: - Reduzir as quebras - Reduzir o tempo de inatividade e o tempo médio de reparo - Reduzir paradas programadas
	3. Dar suporte ao sistema para garantia da qualidade	Confiabilidade: - Aumentar o tempo médio entre falhas - Prevenir quebras
Processos Internos	4. Implementar um sistema de manutenção planejada	Melhoria Sistêmica: - Política Ideal de Manutenção - Sistema de análise de quebras
Inovação e Crescimento	5. Dar suporte aos grupos de Gestão Autônoma	Pessoas: - Desenvolver competências (operadores e mantenedores) - Reduzir acidentes ocupacionais

Fonte: Biasotto (2006)

O AHP conecta os indicadores que medem o desempenho operacional com as áreas de melhorias necessárias, de acordo com suas importâncias relativas, que podem variar entre as empresas. Este método tem sido usado com escalas de medidas relativas e absolutas para derivar relação de escalas de medidas. Em

ambos os tipos de medida, os pares de comparação são executados para determinar a prioridade dos critérios, gerando um *ranking* de alternativas, com relação ao objetivo principal (DÍAZ, 2007).

Figura 6 – Estrutura típica do AHP



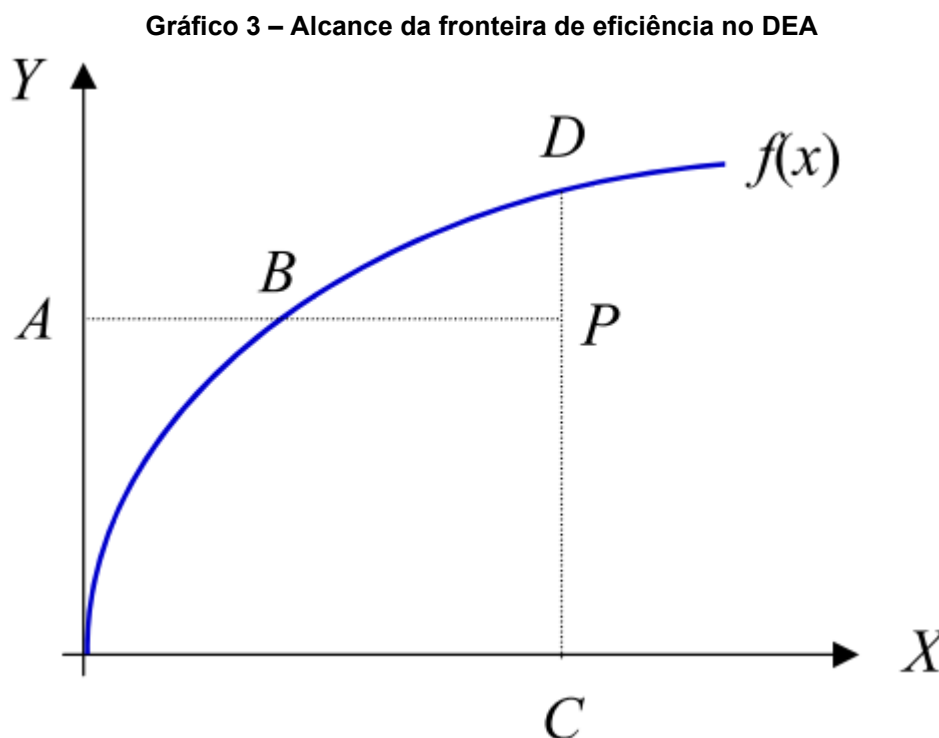
Fonte: Saaty (1991)

Da mesma forma que o AHP, a análise envoltória de dados (DEA - *data envelopment analysis*) é outro método de decisão multicritério utilizado no ambiente industrial. O DEA é uma ferramenta usada empiricamente para medir desempenho relativo de unidades em tomada de decisão (DMU - *Decision Making Unit*) (ASSAF et al., 2015). As unidades de tomada de decisão passam a ser chamadas de DMUs mesmo nos casos em que não se tem a demanda de tomada de decisão (MELLO et al., 2005).

Chen e Chien (2011) sugerem o uso da análise envoltória de dados por causa de suas relações com outras medidas de produtividade amplamente utilizadas e do seu desempenho geral por meio de comparações relativas. O DEA fornece aos pesquisadores e profissionais um excelente resultado e é facilmente usado para modelar o desempenho de processos operacionais (ASSAF et al., 2015).

O objetivo do DEA é verificar se uma DMU é eficiente em relação à outras DMUs e, segundo Mello et al. (2005), existem duas formas básicas de uma unidade não eficiente tornar-se eficiente. A primeira é reduzindo os recursos, mantendo constantes os produtos (orientação a *inputs*); a segunda é fazendo o inverso (orientação a *outputs*). No Gráfico 3 são apresentadas as duas formas, onde X

representa as entradas e o Y as saídas do processo. Considerando a fronteira de eficiência (a qual indica o máximo que foi produzido para cada nível de recurso, considerando as entradas e saídas) definida por $f(x)$, uma DMU ineficiente indica que P precisa caminhar até o ponto B se quiser tornar-se eficiente, reduzindo recursos. No entanto, se preferir aumentar os produtos, tem que caminhar até o ponto D.



Fonte: Mello et al. (2005)

Em resumo, o método DEA é uma ferramenta para avaliar a eficiência relativa de organizações com atividades semelhantes (PERENTELLI, 2007). Segundo o autor, a análise envoltória de dados também permite identificar possíveis causas da ineficiência produtiva e, portanto, servir de *benchmarking* para as organizações.

Assim, tanto o AHP, quanto o DEA, utilizam medidas relativas para a medição do desempenho. Ou seja, utilizam dados existentes para priorização ou comparação de resultados. Sendo assim, esse perfil de análise de decisão multicritério não poderia contribuir na criação do método deste trabalho.

Além dos métodos analisados e apresentados previamente, de acordo com a literatura, diferentes indicadores podem ser utilizados para a medição de desempenho industrial. Dentre os estudos avaliados, alguns autores realizaram

uma análise sistêmica destes indicadores, considerando uma amostragem de publicações no intervalo de 40 anos (de 1979 a 2019). Devido à grande abrangência destes estudos, eles foram considerados como referência para este trabalho e o resultado destas análises é apresentado no Quadro 8. Acrescidos a estes, foi incluída uma revisão bibliográfica, considerando de 2010 a 2019, pelo autor deste trabalho, a qual resultou em um artigo publicado em congresso (APÊNDICE 1).

Quadro 8 – Principais indicadores para avaliação de desempenho na indústria

Autores	Amostra	Indicadores
Simões, Gomes e Yasin (2011)	Revisão bibliográfica entre 1979 e 2000	Custo, OEE , Disponibilidade, Qualidade, MTBF e MTTR
Oliveira e Helleno (2012)	Revisão bibliográfica entre 2000 e 2010	MTBF , MTTR e OEE
Psomas e Kafetzopoulos (2014)	140 empresas	Qualidade do produto, desempenho operacional (produtividade, eficiência da empresa, eficácia do processo), satisfação dos clientes, desempenho no mercado e desempenho financeiro
Sangwa e Sangwan (2018)	54 artigos, publicados após 2016	Índice de capacidade do processo, Número de atividades sem valor agregado, Processo puxado, Eficiência de alocação, Redução do tamanho do lote, Produtividade espacial, Eficiência do trabalhador, Eficiência de utilização, OEE
Oliveira e Estorílio (2019)	Revisão bibliográfica entre 2010 e 2019	MTBF , MTTR e OEE

Fonte: autoria própria

Como pôde ser visto, os indicadores frequentemente citados pelos autores no Quadro 8, para avaliação de desempenho, são:

- a) Tempo médio entre falhas - MTBF (*Mean Time Between Failures*);
- b) Tempo médio para reparo - MTTR (*Mean Time to Repair*);
- c) Eficácia geral do equipamento – OEE.

Segundo Sampaio et al. (2018), MTBF é o tempo que um equipamento tem de sua última falha, até ocorrer a próxima falha, ou seja, o intervalo de tempo entre duas falhas. O MTTR é o tempo que se leva para a reparação de algo. A avaliação

destes indicadores deve ser sobre um período preestabelecido como, por exemplo, um turno de produção, um dia de trabalho, etc., e suas formas de cálculo são apresentadas na Figura 7.

Figura 7 – Cálculo do MTBF e MTTR

MTBF =	$\frac{\text{tempo do equipamento em bom funcionamento}}{\text{número de falhas ocorridas}}$
MTTR =	$\frac{\text{total de horas que um equipamento ficou em reparo}}{\text{número de falhas ocorridas}}$

Fonte: Sampaio et al. (2018)

O OEE, proposto por Nakajima (1988), tem sido adotado em vários campos industriais como a principal métrica de eficiência (ANVARI; EDWARDS, 2011; ANVARI; EDWARDS; STARR, 2010; BRAGLIA; ZAMMORI; FRANCESCO, 2008; MATHUR et al., 2011; YLIPÄÄ et al., 2017). Antes do advento do OEE, apenas a disponibilidade era considerada na utilização do equipamento, o que resultou na superestimativa da utilização do mesmo (LJUNGBERG, 1998).

O OEE teve sua origem no TPM (*Total Productive Maintenance*) cuja metodologia tem como objetivo principal estabelecer um compromisso com todas as entidades de uma organização no sentido de integrá-las, melhorar a qualidade, aumentar a produtividade e a eficiência do sistema produtivo (NAKAJIMA, 1988). Por esta razão, o TPM está totalmente ligado ao *Lean Manufacturing* (SILVA et al., 2017).

Um dos motivos que contribuíram para posicionar o OEE como uma medida de desempenho cada vez mais usada em ambientes de manufatura é sua capacidade de agrupar vários fatores de desempenho (ou seja, disponibilidade, desempenho e qualidade) em uma medida global e única (GARZA-REYES, 2015). Assim, uma das contribuições importantes deste indicador é considerar as perdas ocultas do equipamento durante a sua utilização (JEONG; PHILLIPS, 2001).

Desta forma, o conceito de OEE está sendo usado cada vez mais na indústria porque monitora o desempenho real de uma máquina em relação às suas capacidades de desempenho em condições ideais de fabricação (ANVARI;

EDWARDS, 2011). Portanto, a medida inicial de OEE pode ser comparada com valores de OEE futuros, quantificando assim o nível de melhoria realizada (PART, 2010).

Este indicador também é tradicionalmente usado pelos profissionais como uma medida operacional para monitorar o desempenho da produção, mas também pode ser usada como um indicador para atividades de melhoria de processos (ANDERSSON; BELLGRAN, 2015). No entanto, o papel desta métrica vai muito além da tarefa de apenas monitorar e controlar.

O OEE leva em consideração iniciativas de melhoria de processo, evita a subutilização de máquinas individuais ou linhas de produtos, fornece um método sistemático para estabelecer metas de produção e incorpora ferramentas e técnicas de gestão prática para alcançar uma visão equilibrada da disponibilidade do processo, taxa de desempenho e qualidade (BAMBER et al., 2003).

De acordo com a Figura 8, o OEE é formado por três fatores: disponibilidade, desempenho e qualidade. Para gerar o resultado deste indicador, é necessário realizar a multiplicação destes fatores. Se uma organização atingir um resultado acima de 85% através da multiplicação dos três fatores, ela é considerada de classe mundial (ADAMS et al., 2017). Conforme o Quadro 9, um processo de classe mundial deve apresentar, no mínimo, os seguintes valores que compõem o OEE: 90% para disponibilidade, 95% desempenho e 99% qualidade, o que é exigente e apresenta um grau de dificuldade e complexidade desafiador (OLIVEIRA; HELLENO, 2012).

A composição do OEE, com as variáveis que impactam cada fator e a fórmula para o cálculo deste indicador, é apresentada na Figura 9.

O indicador OEE considera as perdas do processo no cálculo de cada fator. Estas perdas seguem o modelo proposto por Nakajima (1988) que define seis grandes perdas de equipamento, sendo:

- 1) Perdas por falha no equipamento: são categorizadas como perdas de tempo e quantidade causadas por falha, quebra ou produtos defeituosos.
- 2) Configuração e ajuste: resultam de tempo de inatividade e produtos defeituosos que ocorrem quando a produção de um item termina e o equipamento é ajustado para atender aos requisitos de outro item;
- 3) Ociosidade e pequenas paradas: quando uma máquina está parada ou quando a produção é interrompida por um mau funcionamento temporário;

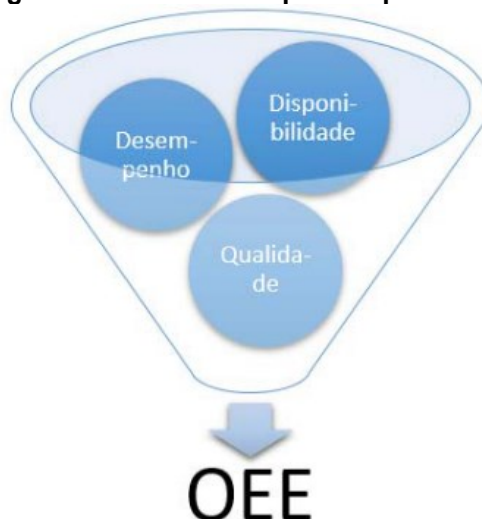
- 4) Velocidade reduzida: referem-se à diferença entre a velocidade de projeto do equipamento e a velocidade operacional real;
- 5) Baixo rendimento: ocorre durante o estágio inicial de produção a partir da estabilização da inicialização da máquina;
- 6) Defeitos de qualidade e retrabalho: são perdas de qualidade causadas por equipamentos de produção com defeito.

Ainda de acordo com Nakajima (1988), as perdas podem ser categorizadas da seguinte forma:

- a) falha de equipamento, configuração e ajuste são categorizados como perdas por tempo de inatividade, reduzindo a disponibilidade;
- b) ociosidade, pequenas paradas e velocidade reduzida são categorizadas como perdas de velocidade, reduzindo o desempenho;
- c) baixo rendimento e defeitos de qualidade são considerados perdas por defeitos geradas pela baixa qualidade.

Venkatesh (2007) apresenta um estudo envolvendo MTBF, MTTR e OEE. Porém, segundo o autor, o MTBF e MTTR são utilizados para o cálculo de um fator que compõe o OEE (a disponibilidade). Neste caso, este fator pode ser calculado conforme a Figura 10.

Figura 8 – Indicadores que compõe o OEE



Fonte: Oliveira e Estorilio (2019), adaptado de Nakajima (1988)

Quadro 9 – Valores para cada fator de um OEE de classe mundial

Fator OEE	Classe Mundial
OEE	>85%
Disponibilidade	>90%
Desempenho	>95%
Qualidade	>99%

Fonte: Sayuti et al. (2019)

Figura 9 – Fatores que compõe o OEE

		TEMPO TOTAL					
OEE = disponibilidade x desempenho x qualidade	Disponibilidade = T2/T1	T1	TEMPO PROGRAMADO			Tempo sem produção planejada	Tempo sem produção alocada (por exemplo, fábrica fechada)
		T2	TEMPO PRODUZINDO		PERDA DE DISPONIBILIDADE quebra de máquina, setup, etc.		
	Desempenho = P2/P1	P1	PRODUÇÃO TEÓRICA				
		P2	PRODUÇÃO REAL	PERDA DE DESEMPENHO micro paradas, redução de velocidade da linha, etc.			
	Qualidade = Q2/Q1	Q1	PEÇAS BOAS + RUINS				
		Q2	PEÇAS BOAS	PERDA DE QUALIDADE produtos não conforme, perdas de partida de linha, etc.			

Fonte: Andersson e Bellgran (2016)

Assim, o OEE se mostra como o principal indicador para avaliação de desempenho na indústria, uma vez que o MTBF e o MTTR estão contidos no cálculo da disponibilidade deste indicador. Além disso, o OEE permite uma avaliação de todas as perdas de disponibilidade dos equipamentos, impactando o resultado da utilização. Por estes motivos, o OEE será a base para o método a ser desenvolvido neste trabalho de pesquisa.

Por fim, foi realizada uma revisão da literatura para identificar estudos em universidades com a utilização do OEE, com foco em medição de utilização dos espaços físicos. A utilização do OEE ainda é centrada na análise de eficiência de equipamentos e, dentro do ambiente universitário, Ngadiman, Hussin e Majid (2011) aplicaram este método para calcular a utilização de equipamentos de capital do

laboratório. Segundo os autores, equipamento de capital é o equipamento para o qual a universidade detém um título de propriedade pessoal tangível e não consumível, adquirida por US\$ 5.000 ou mais e que tem uma expectativa de vida normal de mais de um ano.

Figura 10 – Cálculo do fator disponibilidade do OEE utilizando MTBF e MTTR

DISPONIBILIDADE DA MÁQUINA
A disponibilidade é a proporção do tempo em que a máquina está realmente disponível em relação ao tempo em que deveria estar disponível.
Disponibilidade = (MTBF - MTTR) / MTBF
<p><i>MTBF - Tempo Médio Entre Falhas = Tempo Total em Operação / Número de Falhas</i></p> <p><i>MTTR - Tempo médio de reparo</i></p>

Fonte: Venkatesh (2007)

A forma de cálculo do OEE utilizada no estudo proposto por Ngadiman, Hussin e Majid (2011) segue o modelo de Nakajima (1988), porém, sem o cálculo da qualidade, pois as peças fabricadas pelos estudantes não têm fim comercial. Portanto, pode-se concluir que o OEE é predominantemente utilizado no ambiente industrial e que não há estudos publicados relacionando o seu uso com a medição de utilização de espaços físicos em universidades. Entretanto, há indícios que ele poderia ser adaptado para este uso, pois, de acordo com o estudo envolvendo um OEE modificado, realizado por Souza (2015), foi possível de medir a utilização de um espaço físico crítico em hospitais; os centros cirúrgicos.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta a caracterização da pesquisa proposta e seus procedimentos metodológicos.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Considerando a proposta desse estudo, que tem como objetivo criar um método para medição de utilização de espaços físicos em universidades baseado em modelos industriais, ela pode ser caracterizada como uma pesquisa prescritiva. Afinal, segundo Hevner e Chatterjee (2010), ela tem como objetivo propor melhorias e soluções para um problema, buscando compreender e descrever determinados fenômenos, analisando valores reais para o desenvolvimento de teorias ou hipóteses (neste caso, o desenvolvimento de um artefato).

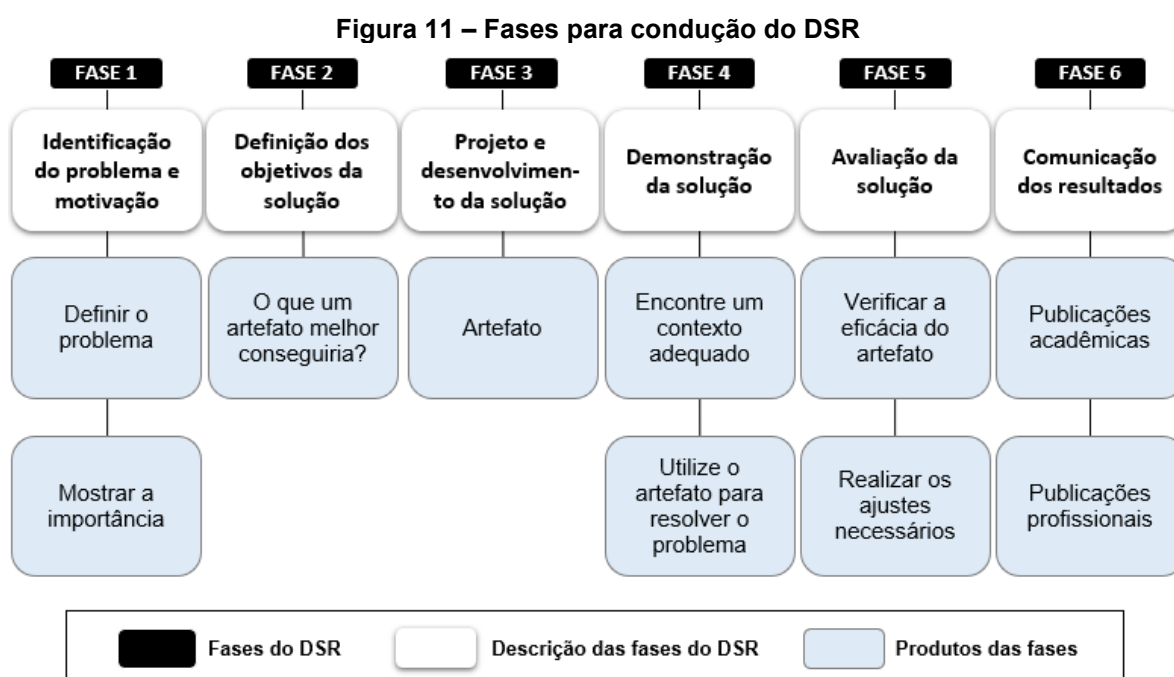
Quanto à natureza, este trabalho pode ser classificado como de natureza aplicada, pois, conforme Silva e Menezes (2001), é focado em desenvolver conhecimentos para aplicações práticas e direcionadas a soluções de problemas específicos. A abordagem utilizada é qualitativa, pois aborda uma sequência de atividades que envolve a análise dos dados, sua interpretação e a redação do resultado (GIL, 2002). E, por fim, quanto aos procedimentos técnicos, de acordo com Gil (2002), este trabalho se caracteriza como bibliográfico, pois é elaborado com base em trabalhos científicos publicados sobre o tema, e também experimental, pois busca a aplicação prática do artefato, com demonstração e avaliação da solução.

Avaliando a demanda pela construção de um artefato, essa pesquisa será conduzida com base na abordagem DSR, também conhecida como a Ciência do Projeto ou Ciência do Artificial (SIMON, 1996). O DSR é uma ciência que possibilita a criação e o desenvolvimento de artefatos para solucionar problemas organizacionais. Segundo Simon (1996), o termo artefato é usado para descrever algo artificial, ou construído por humanos, em oposição a algo que ocorre naturalmente. O *framework* DSR envolve a criação, projeto e avaliação do artefato e a comunicação dos resultados para um determinado público (PEFFERS et al., 2007).

3.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

March e Smith (1995) apresentam quatro definições para artefato, entretanto, em função do perfil do produto resultante desse trabalho, ele se enquadra como “método” (conjunto de passos para executar uma tarefa). Um método baseia-se em uma linguagem e uma representação (modelo) em um espaço de solução. Além disso, os métodos são criações típicas das pesquisas que utilizam o DSR.

Peppers et al. (2007) sugerem a condução do DSR através de seis fases, as quais esse trabalho se baseia. A Figura 11 apresenta essas fases e seus respectivos produtos.



Fonte: adaptado de Peppers et al. (2007)

Apesar do DSR ser um *framework* metodológico que propõe uma estrutura para a criação de artefatos, a forma com que cada etapa será cumprida cabe ao pesquisador. Assim, esta seção apresenta os procedimentos adotados em cada uma das etapas abordadas no DSR.

3.2.1 Identificação do problema e motivação

Os esforços do DSR devem começar com conceituações e representações simplificadas de problemas (HEVNER et al., 2004). Assim, conforme apresentado

na Figura 11, nesta fase da metodologia deve ser definido o problema e justificada a sua importância.

Considerando que o EAD vem sendo uma tendência de modalidade no ensino superior, é provável que a ocupação das salas de aula demande uma otimização.

Para mapear este problema foi realizada uma revisão da literatura sobre o momento da educação superior no mundo, bem como foram avaliados os dados do censo no Brasil para avaliar a migração dos alunos para a modalidade EAD.

A identificação do problema não se traduz diretamente em objetivos para a criação do artefato (PEFFERS et al., 2007). Assim, de acordo com a metodologia DSR, depois do problema ser identificado, resta a etapa de determinar os objetivos de desempenho de uma solução.

3.2.2 Definição dos objetivos da solução

A segunda fase do DSR é relacionada ao objetivo específico de identificar os métodos que medem o desempenho nas organizações, relacionados à otimização de recursos físicos.

Estes métodos serão mapeados através de uma revisão da literatura e suas estruturas de cálculo serão analisadas. Além disso, os modelos para avaliação de desempenho operacional utilizado nas indústrias também serão revisados. Tal base conceitual servirá de fundamento ao artefato a ser desenvolvido.

Desta forma, baseado nas oportunidades identificadas nos métodos existentes, o artefato para medir a utilização de universidades, considerando a ocupação dos espaços físicos, será criado.

3.2.3 Projeto e desenvolvimento da solução

Para a criação do método, os seguintes passos foram definidos:

- 1) Identificar como as universidades vêm fazendo para medir a ocupação das suas salas de aulas e laboratórios, quantificando a gestão operacional em termos de desempenho, disponibilidade e qualidade.

- a) Identificar o que vem sendo utilizado nas universidades nacionais e internacionais para esse fim.
 - i. Identificar métodos utilizados;
 - ii. Identificar indicadores de desempenho utilizados.
- 2) Identificar, de forma geral, como as universidades fazem a gestão do seu desempenho.
 - a) Analisar o que as universidades utilizam para gestão do desempenho de uma forma mais ampla.
 - i. Identificar métodos utilizados;
 - ii. Identificar indicadores de desempenho utilizados.
- 3) Identificar as deficiências nesses tipos de gestão (métodos), quanto a medição de desempenho (indicadores de desempenho).
 - a) Analisar as propostas levantadas visando identificar as limitações em termos de aplicabilidade do método e medição de desempenho.
- 4) Propor um método que contemple os aspectos positivos dos métodos estudados e supra as deficiências identificadas em termos de operabilidade e medição de desempenho.
 - a) Identificar, no ambiente industrial, quais são os principais indicadores utilizados para medir o desempenho operacional (uma das premissas do novo método é que ele seja baseado em modelos industriais);
 - b) Com base no principal indicador para medição de desempenho industrial, identificar métodos, ainda que utilizados em outras áreas, para mensurar a ocupação de salas de aula;
 - c) Compôr o método utilizando os aspectos positivos das práticas existentes, somados as estratégias de novos métodos analisados, ainda que usados em outras áreas. Considerar no novo método, a implementação de indicadores, visando torná-lo mais abrangente quanto a quantificação de desempenho conforme a proposta deste trabalho.

Para responder as etapas 1, 2, 3 e 4, demandou-se a seguinte revisão sistemática, considerando os itens do Quadro 10. Para isso, uma consulta foi realizada nas plataformas do Google Acadêmico (GA) e Portal da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Segundo Mugnaini e Strehl (2008), o GA já tem sido utilizado por diversos pesquisadores

para recuperação de publicações científicas. O Portal da CAPES é brasileiro e conta com um acervo de mais de 45 mil títulos, 130 bases referenciais, 12 bases de patentes, além de livros, enciclopédias e obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual. Como exemplos das bases referenciais tem-se: *Scopus*, *Web of Science*, *Science Express* e diversas outras de relevância no meio científico.

Para as buscas iniciais foram aplicados os seguintes critérios de inclusão e exclusão, em todos os casos mostrados no Quadro 10.

a) Critérios de inclusão:

- Artigos científicos revisados por pares;
- Dissertações, teses e livros;
- Área de engenharia;
- *Journals* relacionados a área de engenharia industrial, engenharia produção, gestão industrial e áreas afins relacionadas a gestão de desempenho de equipamentos e ambientes;
- Desempenho relacionado a espaço físico;
- Materiais publicados em português e em inglês.

b) Critérios de exclusão:

- Desempenho relacionado a recursos humanos;
- Utilização de espaços públicos e bibliotecas;
- Estudos sobre produtividade acadêmica, em termos de publicações de seu corpo docente.

É importante salientar que em todas as combinações de buscas realizadas em que apareceram mais de 100 resultados, considerou-se apenas os 100 primeiros, em função destes conterem o maior número de palavras utilizadas nas buscas e, portanto, apresentarem maior relevância e aderência ao tema.

Como resultado da triagem apresentada no Quadro 10, 104 artigos foram lidos integralmente, visando extrair as informações necessárias para o desenvolvimento deste trabalho e construção do artefato, conforme as diretrizes previamente apresentadas.

Quadro 10 – Critérios utilizados para buscas sobre medição de desempenho

O que se está buscando	Palavras-chave utilizadas na busca	Resultado adotando os critérios de inclusão	Resultado após análise de título e aplicação dos critérios de exclusão	Resultado após análise do resumo
Identificar métodos e indicadores que as universidades utilizam para a medição da ocupação dos espaços físicos	Bloco A foi combinado com palavras do bloco B , gerando 15 combinações <i>A university, higher education, classroom, laboratory, key performance indicators</i> B <i>space utilization, space utilisation, space usage</i>	61	34	12
Identificar métodos e indicadores para gestão de desempenho nas universidades	<i>university performance, higher education performance, lean university, lean higher education</i> e o termo universidade, combinado com as palavras do bloco C , gerando 7 combinações C produtividade, eficácia, eficiência, desempenho, custo, recursos, <i>lean</i>	931	81	28
No ambiente industrial, identificar quais são os indicadores utilizados para medir o desempenho de seus equipamentos	<i>performance, productivity, equipments, utilization, utilisation, usage, measure, KPI</i>	730	93	60
Com base no principal indicador industrial de desempenho, verificar o que foi publicado para medir ocupação de salas	ocupação de salas, OEE, <i>overall equipment effectiveness</i>	129	6	4
TOTAL		1.851	214	104

Fonte: Autoria própria

3.2.4 Demonstração da solução

Depois que um artefato é construído, ele pode ser avaliado. Essa avaliação pode ser realizada em um ambiente experimental ou em um ambiente real (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015).

A demonstração do método proposto ocorre através de dados reais de uma das maiores universidades de Curitiba/PR, utilizando como base os dados de ocupação física dos espaços de um campus localizado nesta mesma cidade. No entanto, devido à pandemia causada pelo coronavírus, declarada pela OMS (Organização Mundial de Saúde) em 11 de março de 2020 (COVID-19 – conforme ANEXO 2), as atividades presenciais das universidades brasileiras foram suspensas (de acordo com a Portaria 343, conforme ANEXO 3). Assim, a demonstração do método foi realizada através dos dados registrados em sistemas acadêmicos e/ou controles internos da organização.

Como um dos critérios é a fácil aplicação, o Microsoft Excel será o sistema utilizado para realizar os cálculos e análises de desempenho operacional. Os dados de entrada serão fornecidos pelo usuário e, ao final, o indicador consolidado de desempenho operacional será apresentado.

Através do resultado deste indicador, será possível avaliar a solução apresentada e tomar decisões estratégicas, visando um aumento no desempenho operacional da universidade.

3.2.5 Avaliação da solução

A etapa de avaliação da solução deve responder à pergunta: a solução funciona bem? Desta forma, o objetivo específico de avaliar o conceito do método quanto à sua eficácia e facilidade de uso é demonstrado nesta etapa.

A avaliação do artefato será realizada de forma analítica, através de uma análise dinâmica que, segundo Hevner et al. (2004), estuda o artefato durante o uso para avaliar suas qualidades.

Para isto, o mesmo ambiente será avaliado através de dois métodos, ou seja, com o método atualmente utilizado pelas universidades, conforme identificado na revisão da literatura, e pelo método desenvolvido neste trabalho (conforme

apresentado no item 3.2.4). O passo a passo será comparado e, ao final, uma avaliação sobre os resultados encontrados será realizada, demonstrando suas variações e o que isto pode agregar como recurso de suporte aos gestores educacionais.

Além do comparativo entre os métodos, ao final, o artefato será avaliado de acordo com os objetivos já descritos neste trabalho, que são:

- a) deve ser capaz de medir a utilização de espaços físicos;
- b) deve ser baseado em modelos industriais;
- c) deve ser de fácil aplicação e interpretação dos resultados.

3.2.6 Comunicação dos resultados

A comunicação desta pesquisa se dará com a disponibilidade pública da presente dissertação, além de um artigo na área de estudo, descrevendo os resultados encontrados, como o artefato foi construído e sua aplicação em um caso real.

Na instituição em que foi realizada a análise dos dados, os resultados obtidos serão apresentados ao time de gestores, de forma a reforçar a importância das pesquisas acadêmicas, bem como os possíveis benefícios que o novo artefato pode agregar às decisões estratégicas da empresa.

3.3 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Esta pesquisa, mesmo realizando todas as fases do *framework* DSR, possui algumas limitações. Na etapa de demonstração, a análise foi realizada em uma pequena parte do campus, considerando apenas algumas salas de aula, o que torna o número final de desempenho operacional não representativo em relação ao desempenho operacional total da universidade.

Ainda na etapa de demonstração, a análise foi concentrada em salas de aula e laboratórios, sendo que no ambiente universitário existem salas arena, salas vivas e outros conceitos de espaços compartilhados entre os alunos que não foram abordados. Além disso, devido às restrições em virtude do COVID-19, não foram

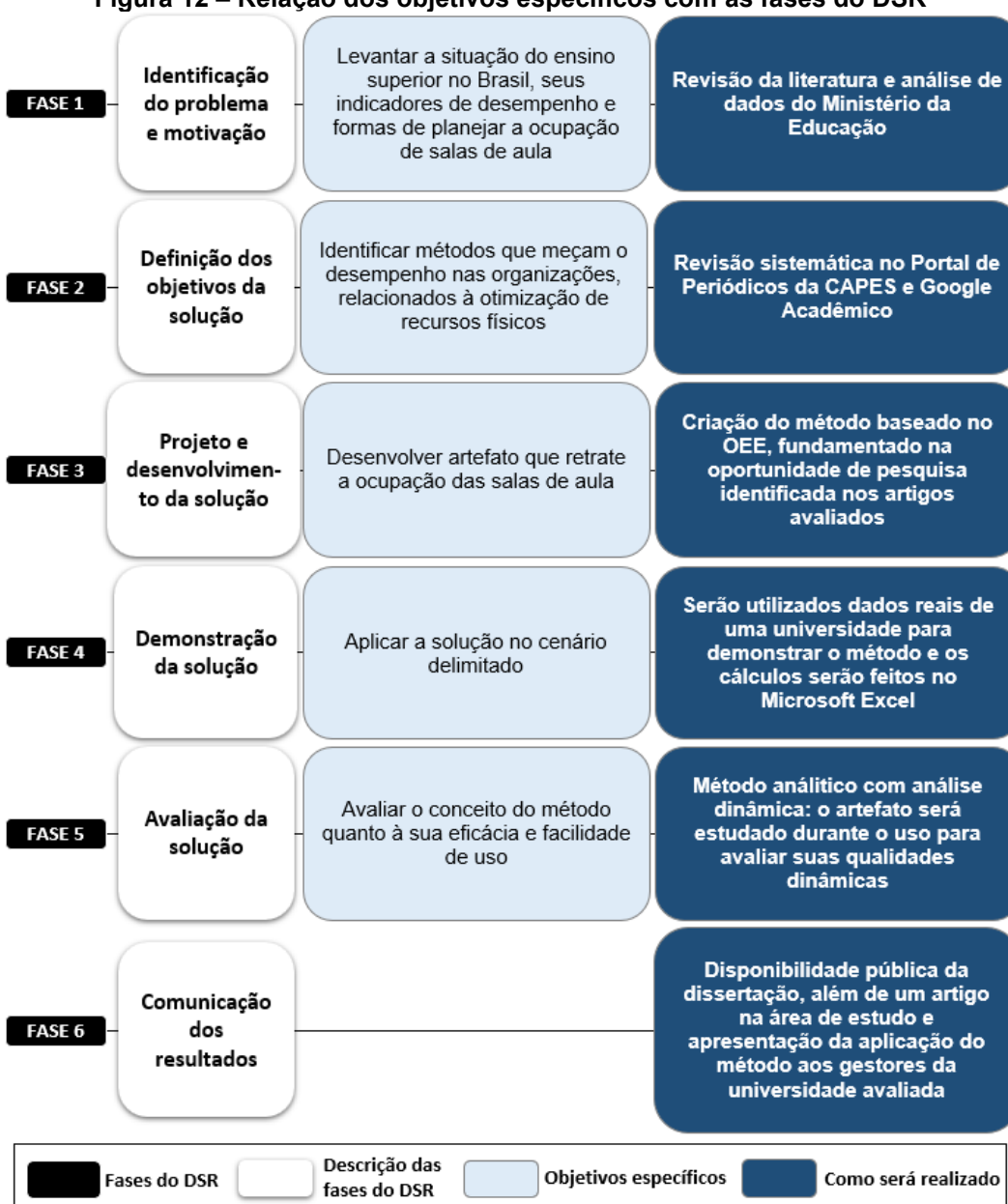
realizadas análises através de dados práticos da instituição, uma vez que as atividades presenciais foram suspensas em 2020, ano de defesa deste trabalho.

A próxima seção apresenta o desenvolvimento da solução proposta neste estudo, incluindo a sua avaliação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo mostra o desenvolvimento e a avaliação do método, seguindo as fases do *Design Science Research*, apresentando as entregas em cada uma das etapas desta abordagem. A Figura 12 apresenta as seis fases do DSR, a relação de cada fase com os objetivos específicos deste trabalho e a forma de aplicação de cada fase. Importante salientar que as fases 1 e 2 já se encontram incorporadas neste trabalho, sobretudo no Capítulo 2.

Figura 12 – Relação dos objetivos específicos com as fases do DSR



Fonte: autoria própria

4.1 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO

O objetivo da solução é construir um modelo capaz de medir a ocupação dos espaços físicos da universidade, considerando o tempo total disponível do recurso, através de um indicador consolidado.

Conforme abordado no Capítulo 2, existem diversos estudos que apresentam métodos para medição de utilização das salas de aula. Inicialmente, Owolabi (1995) demonstra o cálculo da utilização considerando o tempo utilizado das salas frente ao tempo em que estas estão disponíveis para uso. Uma outra variável considerada é a quantidade de carteiras ocupadas em relação à capacidade da sala. No entanto, este método não deixa claro se a ocupação das salas é em relação ao tempo utilizado ou sobre o tempo disponível.

Por outro lado, NAO (1996), SCHEV (2004) e TEFMA (2009) deixam claro nos seus modelos que a ocupação é calculada apenas sobre o tempo em que a sala está em uso. O restante dos cálculos seguem a mesma base proposta por Owolabi (1995). No entanto, conforme o Quadro 11, nenhum destes modelos leva em consideração o tempo total em que as salas estão disponíveis para o uso, nem consideram ajustes e exceções em sua utilização.

Desta forma, é necessário desenvolver um método que supra as limitações existentes nestes modelos. Ibrahim, Yusoff e Bilal (2012) realizaram um estudo com alguns outros indicadores agregados aos métodos atuais. Estes novos indicadores foram utilizados para medir a utilização da sala sem agendamento ou agendamentos sem utilização da sala. Foi uma tentativa de começar a medir, de forma detalhada, as perdas de desempenho. No entanto, estes indicadores não entram no cálculo da utilização total e, além disso, também não consideram o tempo total calendário como um ponto a ser avaliado. E é justamente nestes pontos que existe oportunidade nos métodos atuais, pois o cálculo da utilização baseia-se apenas em utilização em relação ao tempo em que a sala está disponível para o uso e, conforme apresentado na revisão da literatura no Capítulo 2, o valor de disponibilidade varia conforme o estudo ou a instituição de ensino.

Sob a ótica do gestor ou do dono da instituição é fundamental ter a exata noção de utilização dos recursos instalados. Fazendo um paralelo com o ambiente industrial, quando a empresa adquire um equipamento espera-se que, na maioria das vezes, este produza o máximo possível, no menor tempo possível e na melhor

qualidade possível. Ou seja, num ambiente hipotético, o equipamento deve produzir 24 horas por dia, 7 dias por semana, no maior volume que o equipamento suporte e sempre com a melhor qualidade.

Este mesmo raciocínio vale para as salas de aula. A empresa já fez o investimento para a construção de prédios, das salas de aula e de todos os mobiliários necessários à realização de aulas aos alunos. Sua expectativa quanto aos recursos apresentados é que sejam sempre utilizados, afinal, sala de aula vazia não traz retorno financeiro aos acionistas.

Quadro 11 – Métodos utilizados para medir a utilização de salas de aula

Perguntas	Método proposto por Owolabi (1995)	Método proposto por NAO (1996)	Método proposto por SCHEV (2004)	Método proposto por TEFMA (2009)
Considera ocupação das salas somente sobre as horas em que a sala é utilizada?	NÃO	SIM	SIM	SIM
Base de Dados	1. Quantidade de salas 2. Ensalamento 3. Capacidade das salas 4. Quantidade de alunos que ocupam cada sala			
Fatores calculados	1. Frequência 2. Ocupação			
Fórmula da utilização	Frequência x Ocupação			
Considera tempo calendário para cálculo de disponibilidade?	NÃO			
Considera frequência de utilização da sala?	SIM			
Considera exceções nos registros?	NÃO			
Considera ocupação das salas?	SIM			

Fonte: autoria própria

Além disso, os autores que aplicaram o método UFO em seus estudos o fizeram de forma errônea, pois, segundo os métodos propostos por NAO (1996),

SCHEV (2004) e também por TEFMA (2009), a taxa de ocupação de salas deve ser medida apenas no período em que a sala é utilizada. Os autores realizaram o cálculo considerando o total de horas disponíveis, o que resulta em uma taxa de utilização incorreta. Assim, neste trabalho, a comparação com o método UFO será feita considerando a forma com que os autores fizeram a aplicação em seus estudos pois, desta forma, a comparação do método proposto com o da literatura será mais fidedigna.

Desta forma, o novo método deve ser capaz de informar, com precisão, a utilização das salas de aula, considerando todas as horas calendário disponíveis. Assim, além de demonstrar exatamente a utilização do espaço físico, o novo método permite uma comparação direta entre instituições de ensino, pois todos se basearão no mesmo período para a realização dos cálculos, diferente do método UFO utilizado atualmente pelas instituições, onde o tempo disponível para uso é definido pelo coordenador do estudo, conforme o período de utilização das salas.

Com base nas pesquisas realizadas, foi possível identificar que, dentro do ambiente industrial, o indicador OEE exerce um papel central na análise de desempenho operacional. Portanto, assim como o estudo realizado por Souza (2015), que adaptou o OEE para a medição de utilização de um centro cirúrgico, este estudo também adaptou este indicador para a medição de desempenho operacional de universidades. Com esta adaptação foi criado um indicador chamado de OUE – *Overall University Effectiveness*. Este indicador considera a utilização das salas de aula desde o tempo calendário (as 24 horas do dia), até o tempo efetivamente utilizado, com o número de carteiras que foram ocupadas em cada sala.

Um esquema para o cálculo do OUE, mostrando todos os fatores considerados, é apresentado na Figura 13. Neste método proposto, a utilização é calculada através da multiplicação de três fatores, assim como no OEE. Estes fatores são a disponibilidade, o desempenho e a qualidade.

Além disso, assim como Nakajima (1988) aplicou o conceito das seis grandes perdas do equipamento no cálculo do OEE, este trabalho traça um paralelo à esta proposta, adequando estas perdas ao OUE. Adicionalmente, Souza (2015) também apresentou em seu estudo uma adaptação das seis grandes perdas para as perdas identificadas na criação do seu modelo.

Desta forma, conforme apresentado no Quadro 12, as seis grandes perdas, agrupadas nos três fatores que são a base de cálculo da utilização, bem como as perdas identificados no estudo de Souza (2015), foram transformadas nas sete perdas do OUE. Estas sete perdas tornam o novo método mais preciso do que o método utilizado atualmente, que é baseado em apenas dois fatores.

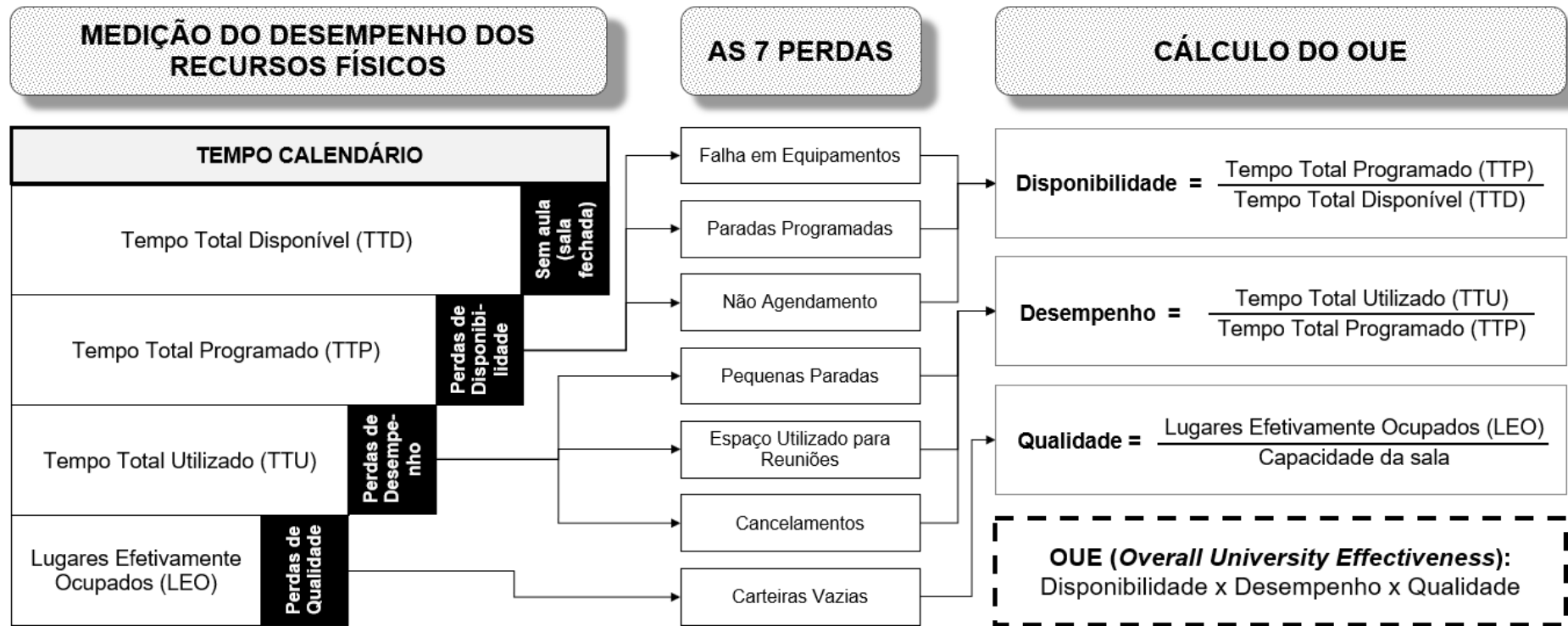
Para o cálculo da utilização com o método OUE, o tempo sem aula planejada, em virtude de a sala estar fechada, é descontado do tempo calendário. Estes horários são, geralmente, o intervalo entre meia-noite e sete horas da manhã e os domingos, ou a sala está fechada para obras ou reforma. O valor resultante desta diferença é o tempo total disponível (TTD).

Para a medição da disponibilidade, é considerado o TTD e, deste, é descontado as perdas já programadas, levando às perdas de disponibilidade. Neste grupo de perdas, estão inclusos: (i) falha em equipamentos – neste caso, por exemplo, caso o projetor da sala esteja quebrado e a mesma não possa ser utilizada, (ii) paradas programadas – são momentos em que, mesmo com a IES aberta, não há aulas (por exemplo, interrupções para limpezas e manutenções) e (iii) não agendamentos – caso a sala não receba nenhum planejamento de atividade. Com estes cálculos é determinado o tempo total programado (TTP).

Importante salientar que apenas a utilização das salas para o fim que foi planejado, ou seja, realizar aulas expositivas e/ou práticas aos alunos, foi considerado. Utilização da sala para reuniões, cancelamentos ou pequenas paradas (atrasos para início ou fim antecipado das aulas) impactam o fator desempenho. Neste caso, estas perdas de desempenho são subtraídas do TTP e levam ao cálculo do tempo total utilizado (TTU).

O último fator, chamado de qualidade, teve que ser adaptado no novo método. Quando se observa o método OEE, o fator qualidade está relacionado com peças boas e ruins. No entanto, na universidade, a aplicação destes conceitos não é válida, uma vez que não é possível classificar um aluno entre conforme e não conforme, por exemplo.

Figura 13 – Detalhamento da composição do OUE



Fonte: autoria própria

Quadro 12 – Comparativo entre perdas do OEE, ORE e OUE

Fator	Seis grandes perdas Nakajima (1988) - OEE	Sete grandes perdas Souza (2015) - ORE	Sete perdas do OUE
Perdas de disponibilidade	Falha do equipamento Configuração e ajuste	Falha em equipamentos Setup e paradas programadas Não agendamento	Falha em equipamentos Paradas programadas Não agendamentos
Perdas de desempenho	Ociosidade e pequenas paradas Velocidade reduzida	Pequenas paradas Variação no tempo da cirurgia Cancelamentos	Pequenas paradas Espaço utilizado para reuniões Cancelamentos
Perdas de qualidade	Baixo rendimento Defeito de processo	Reintervenções cirúrgicas	Carteiras vazias

Fonte: autoria própria

Como o OUE tem foco em utilização de espaços físicos, a qualidade neste caso está relacionada à boa utilização destes espaços. Desta forma, para este fator foi utilizado o mesmo conceito aplicado no método UFO, que relaciona a quantidade de carteiras ocupadas pelos alunos e a capacidade total da sala. Assim, todo lugar não ocupado impacta diretamente esse fator. O indicador de lugares efetivamente ocupados (LEO) é calculado com base no número total de lugares ocupados por um aluno. Para o cálculo do indicador de qualidade é considerado a relação entre o LEO e a quantidade total de lugares disponíveis na sala de aula.

Por fim, o OUE é calculado através da multiplicação destes três fatores: disponibilidade, desempenho e qualidade. O resultado representa, exatamente, o quanto do espaço físico das salas de aula está sendo efetivamente ocupado com aulas e indica também a taxa de ocupação destas salas, onde cada fator da equação tem igual peso sobre o indicador final. Assim, cada fator e as perdas que compõe o OUE são apresentados na Figura 14.

Figura 14 – Fatores que compõe o OUE

		TEMPO CALENDÁRIO				
OUE = disponibilidade x desempenho x qualidade	Disponibilidade = TTP/TTD	TTD	TEMPO TOTAL DISPONÍVEL			
		TTP	TEMPO TOTAL PROGRAMADO		PERDA DE DISPONIBILIDADE falha em equipamentos, paradas programadas, não agendamento	
	Desempenho = TTU/TTP	TTP	TEMPO TOTAL PROGRAMADO			
		TTU	TEMPO TOTAL UTILIZADO	PERDA DE DESEMPENHO pequenas paradas, espaço utilizado para reuniões, cancelamentos		
	Qualidade = LEO/capacidade da sala	CS	CAPACIDADE DA SALA			
	LEO	LUGARES EFETIVAMENTE OCUPADOS	PERDA DE QUALIDADE carteiras vazias		Sala fechada para obra ou reforma	
					Tempo sem aula (por exemplo, campus fechado)	

Fonte: adaptado de Andersson e Bellgran (2016)

Para explicar a diferença entre os métodos propostos, o Quadro 13 mostra a comparação entre o OUE, o método industrial no qual ele foi baseado (o OEE), e o método mais utilizado atualmente para medição de utilização de salas de aula (o método UFO).

Quadro 13 – Comparação entre o OEE, UFO e OUE

Item de avaliação	OEE	UFO	OUE
Tempo total	Considera todas as horas calendário	Não é considerado	Considera todas as horas calendário
Disponibilidade	Relação entre o tempo produzindo (T2) e o tempo programado (T1)	Não é considerado	Relação entre o tempo total programado (TTP) e o tempo total disponível (TTD)
Perdas de Disponibilidade	Quebra de máquina, setup, etc.	Não é considerado	Falha em equipamentos, paradas programadas, não agendamento
Cálculo da Disponibilidade	$T2 / T1$	Não há	TTP / TTD
Desempenho	Relação entre produção real (P2) e produção teórica (P1)	É tratado como frequência: relação entre horas de sala utilizada e horas disponíveis	Relação entre o tempo total utilizado (TTU) e o tempo total programado (TTP)
Perdas de Desempenho	Micro paradas, redução de velocidade da linha, etc.	Não é aplicado este conceito	Pequenas paradas, espaço utilizado para reuniões, cancelamentos
Cálculo do Desempenho	$P2 / P1$	Horas de sala utilizada / horas disponíveis	TTU / TTP
Qualidade	Relação entre peças boas (Q2) e peças boas + ruins (Q1)	É tratado como ocupação: relação entre lugares ocupados e capacidade da sala	Relação entre lugares efetivamente ocupados (LEO) e capacidade da sala nos períodos agendados
Perdas de Qualidade	Produtos não-conforme, perdas de partida de linha, etc.	Não é aplicado este conceito	Carteiras vazias
Cálculo da Qualidade	$Q2 / Q1$	Lugares ocupados / capacidade da sala	$LEO / \text{capacidade da sala nos períodos agendados}$
Cálculo do indicador	Disponibilidade x Desempenho x Qualidade	Frequência x Ocupação	Disponibilidade x Desempenho x Qualidade

Fonte: autoria própria

Através deste quadro é possível identificar que o método proposto tem sua estrutura muito semelhante ao cálculo do OEE, permitindo identificar de uma forma mais clara todas as perdas que envolvem a utilização das salas de aula. Diversos fatores que não são considerados no método UFO são agora incorporados ao cálculo através do método proposto. Porém, para a avaliação do fator qualidade, o OUE baseia-se na forma de cálculo já utilizada no método UFO, pois utiliza a relação entre lugares ocupados e capacidade da sala de aula. Além disso, o novo método também engloba o cálculo realizado no método UFO para frequência e, assim, não há nenhum fator calculado no método atual que não esteja sendo abordado no método proposto.

Visando demonstrar as referências da literatura nas quais o método proposto foi construído, foi elaborado o Quadro 14. Com este quadro, é possível identificar que, além da forte base no indicador mais utilizado no ambiente industrial para a medição de desempenho, os métodos atuais para medição de utilização de salas de aula também serviram de referência para o método OUE.

Quadro 14 – Referências da literatura para o método desenvolvido

Item	Modelo utilizado de base
Criação do indicador	OEE, proposto por Nakajima (1988)
Modelo base	Souza (2005), que fez adaptação do OEE para um centro cirúrgico
Perdas	Adaptado das seis grandes perdas, propostas por Nakajima (1988) e das sete grandes perdas do estudo de Souza (2015)
Fator disponibilidade	OEE, proposto por Nakajima (1988) e pelo estudo de Souza (2015)
Fator desempenho	OEE, proposto por Nakajima (1988), estudo de Souza (2015) e dos métodos atuais, propostos por Owolabi (1995), NAO (1996), SHEV (2014) e TEFMA (2009)
Fator qualidade	Cálculo da ocupação dos métodos atuais, propostos por Owolabi (1995), NAO (1996), SHEV (2014) e TEFMA (2009)

Fonte: autoria própria

Uma vez apresentado o passo a passo do projeto e desenvolvimento da solução, é necessário testar o novo método e responder à pergunta: a solução funciona? Assim, segue-se para o próximo passo do DSR – a demonstração da solução.

4.2 DEMONSTRAÇÃO DA SOLUÇÃO

Para a aplicação do método foi escolhida uma das maiores universidades privadas da cidade de Curitiba, no estado do Paraná. O campus escolhido fica no centro da cidade e recebe alunos de diversos cursos das áreas de humanas, exatas e biológicas. O local é um prédio com doze andares e, em média, quatro salas por andar. Estas salas podem ser do tipo sala de aula, laboratório, sala de aula da pós-graduação ou sala arena, nas quais é possível acomodar cerca de cem alunos. A quantidade de salas por andar, bem como sua capacidade, está apresentada no APÊNDICE 2.

Uma vez conhecido o ambiente de estudo, faz-se necessário delimitar o local onde será demonstrada a solução proposta neste trabalho e, para isto, o Quadro 15 indica a capacidade de cada andar.

Quadro 15 – Capacidade por andar do campus selecionado

Andar	Capacidade	Observação
2	100	Apenas 1 sala
3	220	
4	228	
5	242	
6	171	← menor capacidade
7	220	
8	250	← maior capacidade
9	240	
10	230	
11	232	
12	202	

Fonte: autoria própria

Como o objetivo é demonstrar a solução no ambiente acadêmico, foram selecionados os dois extremos de capacidade. Assim, foram selecionados os andares com menor e maior capacidade. Desta forma, o sexto andar foi selecionado

como o andar com menor capacidade e o oitavo andar como o de maior capacidade. Vale destacar que o segundo andar, embora tenha capacidade de atender apenas cem alunos, não foi selecionado pois é composto de apenas uma sala de aula. O sexto e oitavo andar possuem quatro salas de aula e/ou laboratórios cada.

Definidos os objetos de estudo, é necessário conhecer como está planejada a utilização destes espaços. Conforme já abordado no Capítulo 2, a tarefa de definir a utilização de cada sala de aula e/ou laboratório é chamada de ensalamento, onde cada ambiente é relacionado aos cursos e disciplinas, respeitando sempre a capacidade máxima permitida.

Inicialmente, o estudo foi conduzido no oitavo andar, uma vez que possui a maior capacidade e conta com quatro salas de aula, onde o detalhamento da estrutura física é mostrado no Quadro 16.

Quadro 16 – Salas do oitavo andar, com suas capacidades e tipos de espaço

Andar	Sala	Capacidade	Tipo de Sala
8	801	80	Sala de aula
8	802	80	Sala de aula
8	803	40	Sala de aula
8	804	50	Sala de aula

Fonte: autoria própria

Na instituição de ensino avaliada, o ensalamento é realizado pela equipe de apoio acadêmico e secretaria. Assim, foi solicitado à estas equipes o ensalamento dos ambientes abordados neste estudo. O Quadro 17 e o Quadro 18 mostram como é composto o ensalamento de cada sala de aula do oitavo andar, na parte da manhã e da noite, respectivamente. No caso do oitavo andar, não há nenhuma atividade realizada na parte da tarde e, por este motivo, não há ensalamento.

Quadro 17 – Ensalamento do oitavo andar – manhã

SALA	HORÁRIO	2ª FEIRA	3ª FEIRA	4ª FEIRA	5ª FEIRA	6ª FEIRA
801 (8º Andar)		ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	REUNIÃO
	8h00 - 8h50	Fundamentos de Estética	Anatomofisiologia Aplicada	Química e Físio-Química	Bioquímica	Reunião semanal com equipe (10 pessoas)
	8h50 - 9h40					
	10h00 - 10h50					
10h50 - 11h40						
802 (8º Andar)		ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 1º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 1º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 1º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 1º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 1º ANO
	8h00 - 8h50	Modelagem Matemática I	Engenharia Econômica	Sistemas Produtivos	Materiais de Engenharia	Especificações de Projetos Mecânicos
	8h50 - 9h40					
	10h00 - 10h50					
10h50 - 11h40						
803 (8º Andar)		ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2º ANO
	8h00 - 8h50	Modelagem Matemática III	Engenharia de Métodos e Processos	Ciências do Ambiente	Engenharia de Métodos e Processos	Estruturas Para Engenharia
	8h50 - 9h40					
	10h00 - 10h50					
10h50 - 11h40						
804 (8º Andar)		ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 3º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 3º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 3º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 3º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 3º ANO
	8h00 - 8h50	Probabilidade e Estatística	Conformação Mecânica e Soldagem	Fundamentos de Resistência dos Materiais	Automação e Instrumentação Industrial	Fenômenos de Transporte
	8h50 - 9h40					
	10h00 - 10h50					
10h50 - 11h40						

Fonte: autoria própria

Quadro 18 – Ensalamento do oitavo andar – noite

SALA	HORÁRIO	2ª FEIRA	3ª FEIRA	4ª FEIRA	5ª FEIRA	6ª FEIRA
801 (8º Andar)		ADMINISTRAÇÃO 4º ANO - A	ADMINISTRAÇÃO 4º ANO - A	ADMINISTRAÇÃO 4º ANO - A	ADMINISTRAÇÃO 4º ANO - A	ADMINISTRAÇÃO 4º ANO - A
	19h00 - 19h50	TCC	Inovação e Sustentabilidade	Planejamento Estratégico	Tópicos Especiais em Administração	Logística Empresarial
	19h50 - 20h40		Jogos Empresariais	Economia Contemporânea	Tópicos Especiais em Negócios	
	20h50 - 21h40					
	21h40 - 22h30					
802 (8º Andar)		ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 5º ANO	ANÁLISE E DESENVOLVIMENT O DE SISTEMAS	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 5º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 5º ANO	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 5º ANO
	19h00 - 19h50	Gestão da manutenção - Ergonomia e Segurança do Trabalho	Engenharia de Software	Planejamento Estratégico	Modelamento e Simulação de Sistemas de Produção	Pesquisa Operacional
	19h50 - 20h40					
	20h50 - 21h40					
	21h40 - 22h30					
803 (8º Andar)		COMEX 3º ANO - A	COMEX 3º ANO - A	COMEX 3º ANO - A	COMEX 3º ANO - A	COMEX 3º ANO - A
	19h00 - 19h50	Economia Internacional	Gestão de Operações	Marketing	Gestão de Projetos	Gestão Financeira e Controladoria
	19h50 - 20h40				Gestão Estratégica de Pessoas	
	20h50 - 21h40					
	21h40 - 22h30					
804 (8º Andar)		CIÊNCIAS CONTÁBEIS 4º ANO - B	CIÊNCIAS CONTÁBEIS 4º ANO - B	CIÊNCIAS CONTÁBEIS 4º ANO - B	CIÊNCIAS CONTÁBEIS 4º ANO - B	CIÊNCIAS CONTÁBEIS 4º ANO - B
	19h00 - 19h50	TCC	Contabilidade Aplicada ao Setor Público	Análise das Demonstrações Financeiras	Laboratório Contábil II	Contabilidade Avançada
	19h50 - 20h40		Tópicos Especiais em Negócios	Perícia, Avaliação e Arbitragem	Auditoria	Tópicos Especiais em Contabilidade
	20h50 - 21h40					
	21h40 - 22h30					

Fonte: autoria própria

Antes de iniciar a demonstração da solução, é necessário identificar todos os registros de exceções referentes às salas do oitavo andar. Estes dados foram coletados pela equipe local que faz a gestão do ensalamento e reservas de sala. Neste caso, cinco registros foram identificados:

- a) Sala 801, nas sextas pela manhã, é utilizada para reunião;
- b) Sala 801, as aulas de estética na segunda pela manhã acabam às 11h;
- c) Salas 801 e 804 estão reservadas para TCC (trabalho de conclusão de curso) nas segundas à noite, mas a disciplina é online;
- d) Sala 802, na terça à noite, foi transferida para laboratório;
- e) Sala 802, na quarta à noite, não foi utilizada pois queimou o projetor. Alunos foram realocados para sala do 3º andar.

De posse das informações de ensalamento e registros de exceção, é possível iniciar o cálculo do OUE, demonstrando a solução proposta. O primeiro passo para a aplicação do método é registrar dia, hora e intervalos em que a sala de aula é utilizada, bem como a quantidade de alunos que está ocupando a sala naquele momento. Para obter a informação de quantidade de alunos ocupando a sala, foram utilizados os registros do sistema acadêmico da secretaria, que mostram quantos alunos estão matriculados naquela disciplina. O Quadro 19 apresenta, de forma detalhada, como estão distribuídos os alunos nas salas. Neste quadro, alguns horários estão hachurados e sem nenhum número atribuído, o que significa que naquele momento não há nenhuma atividade sendo realizada no local.

Para guiar a aplicação do método proposto foi criado um quadro modelo (Quadro 20) para preenchimento dos dados, o qual informa, na última linha, qual o valor do OUE para determinada sala. Todos os campos necessários para a demonstração do método, conforme apresentado no item 4.1, estão registrados neste quadro.

A primeira demonstração da solução foi realizada na Sala 801, considerando todos os dados de entrada já apresentados neste trabalho. Com o objetivo de esclarecer a aplicação do método, o cálculo passo a passo é apresentado.

Quadro 19 – Distribuição dos alunos nas salas do oitavo andar – método OUE

Método OUE para ocupação da Sala 801									
Capacidade	80				Horas de utilização				40
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira	53	53	53						
3ª feira	54	54	54		58	58	57	57	
4ª feira	56	56	56		71	71	57	57	
5ª feira	51	51	51		58	58	60	60	
6ª feira					56	56	56	56	
Método OUE para ocupação da Sala 802									
Capacidade	80				Horas de utilização				40
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira	36	36	36	36	39	39	39	39	
3ª feira	33	33	33	33					
4ª feira	35	35	35	35					
5ª feira	36	36	36	36	79	79	79	79	
6ª feira	34	34	34	34	43	43	43	43	
Método OUE para ocupação da Sala 803									
Capacidade	40				Horas de utilização				40
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira	18	18	18	18	32	32	32	32	
3ª feira	19	19	19	19	40	40	40	40	
4ª feira	2	2	2	2	17	17	17	17	
5ª feira	19	19	19	19	34	34	34	34	
6ª feira	21	21	21	21	36	36	36	36	
Método OUE para ocupação da Sala 804									
Capacidade	50				Horas de utilização				40
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira	12	12	12	12					
3ª feira	14	14	14	14	47	47	36	36	
4ª feira	13	13	13	13	47	47	48	48	
5ª feira	12	12	12	12	46	46	47	47	
6ª feira	13	13	13	13	48	48	45	45	

Fonte: autoria própria

- Tempo calendário: são as 24 horas do dia multiplicados pelos 7 dias da semana, o que totaliza 168 horas;
- Tempo sem aula (sala fechada): a Sala 801 não é utilizada das 23 horas as 8 horas, de segunda à sábado, incluindo domingo o dia todo, pois o campus está fechado. Assim, tem-se que das 23 horas as 8 horas do dia seguinte são 9 horas. Considerando seis dias da semana, são 9 horas multiplicado por 6 dias, que resulta em 54 horas. Somando as 24 horas de domingo, tem-se 78 horas de tempo sem aula planejada;
- TTD: é de 90 horas (168 horas – 78 horas);
- Perdas por Disponibilidade: Para a Sala 801, tem-se:
 - Falha em equipamentos: não há registro de falha;

- Parada programada: é necessário realizar a limpeza das salas e, desta forma, são utilizados os intervalos de almoço e jantar, com 1,5 horas cada, totalizando 3 horas de parada programada por dia (3 horas x 5 dias);
- Não agendamento: não há registro de utilização da sala no período da tarde e nos sábados. Assim, tem-se as cinco tardes do dia de semana, cada uma com 4 horas (5 tardes x 4 horas), mais as horas de sábado, descontadas as 9 horas de tempo sem aula planejada (24 horas – 9 horas). Assim, resulta 20 horas das tardes não utilizadas, mais 15 horas do sábado, totalizando 35 horas.

A soma das Perdas por Disponibilidade são as 15 horas de paradas programadas, mais 35 horas de não agendamento, resultando em 50 horas;

e) TTP: é de 40 horas (90 horas – 50 horas);

f) Disponibilidade: 44,4% (40 horas / 90 horas);

g) Perdas por Desempenho: Para a Sala 801, tem-se:

- Pequenas paradas: as aulas na parte da manhã estão sendo encerradas às 11 horas, ou seja, 1 hora a menos de segunda à quinta, totalizando 4 horas na semana;
- Espaço para reuniões: a sala é utilizada para reunião na sexta pela manhã, com 4 horas de reserva na agenda; e
- Cancelamentos: As aulas de segunda à noite da disciplina TCC estão sendo ofertadas em módulos à distância e, assim, a sala não é ocupada. Neste caso, 4 horas para cancelar o ensalamento.

A soma das Perdas por Desempenho são 4 horas de pequenas paradas, 4 horas de espaço utilizado para reuniões e mais 4 horas de cancelamentos, totalizando 12 horas;

h) TTU: é de 28 horas (40 horas – 12 horas);

i) Desempenho: 70,0% (28 horas / 40 horas);

j) Carteiras vazias: de acordo com o Quadro 19, existem 28 espaços onde há registro de quantidade de alunos. Como a capacidade da sala é de 80 alunos, tem-se que a capacidade semanal total desta sala é de 2240 (80 alunos x 28 espaços). Somando todos os valores dos 28 espaços, tem-se

o número de carteiras ocupadas (neste caso, 1588) e a diferença para a capacidade total é a quantidade de carteiras vazias. Assim, tem-se 2240 lugares de capacidade menos as 1588 carteiras ocupadas, resultando 652 carteiras vazias;

k) LEO: indica os lugares efetivamente ocupados que, conforme já demonstrado, é de 1588;

l) Qualidade: 70,9% (1588 lugares ocupados / 2240 lugares de capacidade);

m) OUE: é obtido pela multiplicação dos três fatores (disponibilidade, desempenho e qualidade). Neste caso, tem-se uma disponibilidade de 44,4%, o desempenho de 70,0% e a qualidade de 70,9%, o que resulta em um OUE de 22,1%.

Quadro 20 – Quadro modelo para cálculo do OUE

SALA ____		
Item	Valor	Observação
TEMPO CALENDÁRIO		
Tempo sem aula (sala fechada)		
TTD		
Perdas por Disponibilidade		
- falha em equipamentos		
- parada programada		
- não agendamento		
TTP		
DISPONIBILIDADE		
Perdas de Desempenho		
- pequenas paradas		
- espaço para reuniões		
- cancelamentos		
TTU		
DESEMPENHO		
- carteiras vazias		
LEO		
QUALIDADE		
OUE		

Fonte: autoria própria

Todos os resultados calculados para a Sala 801 foram preenchidos no quadro modelo para cálculo do OUE e estão no Quadro 21. Da mesma forma, o mesmo método foi aplicado na Sala 802, Sala 803 e Sala 804 e são mostrados no Quadro 22, Quadro 23 e Quadro 24, respectivamente. O Gráfico 4 apresenta um

comparativo entre o OUE das quatro salas do oitavo andar. Neste gráfico é possível identificar que a Sala 803 possui o OUE mais elevado, enquanto a Sala 802 possui o menor resultado.

Quadro 21 – Cálculo do OUE para a Sala 801

SALA 801		
Item	Valor	Observação
TEMPO CALENDÁRIO	168	
Tempo sem aula (sala fechada)	78	Das 23h às 8h e domingo
TTD	90	
Perdas por Disponibilidade	50	
- falha em equipamentos	0	Sem registro de falha
- parada programada	15	Salas fechadas no almoço/jantar - limpeza das salas
- não agendamento	35	Sem aula a tarde e nos sábados
TTP	40	
DISPONIBILIDADE	44,4%	
Perdas de Desempenho	12	
- pequenas paradas	4	Aulas encerrando às 11h pela manhã
- espaço para reuniões	4	Reuniões na sexta pela manhã
- cancelamentos	4	TCC na segunda à noite
TTU	28	
DESEMPENHO	70,0%	
- carteiras vazias	652	Considerando períodos com atividade agendada
LEO	1588	
QUALIDADE	70,9%	
OUE	22,1%	

Fonte: autoria própria

Quadro 22 – Cálculo do OUE para a Sala 802

SALA 802		
Item	Valor	Observação
TEMPO CALENDÁRIO	168	
Tempo sem aula (sala fechada)	78	Das 23h às 8h e domingo
TTD	90	
Perdas por Disponibilidade	54	
- falha em equipamentos	4	Queima do projetor na quarta a noite
- parada programada	15	Salas fechadas no almoço/jantar - limpeza das salas
- não agendamento	35	Sem aula a tarde e nos sábados
TTP	36	
DISPONIBILIDADE	40,0%	
Perdas de Desempenho	4	
- pequenas paradas	0	Sem registro de exceção
- espaço para reuniões	0	Reuniões na sexta pela manhã
- cancelamentos	4	Aula da terça a noite foi transferida
TTU	32	
DESEMPENHO	88,9%	
- carteiras vazias	1220	Considerando períodos com atividade agendada
LEO	1340	
QUALIDADE	52,3%	
OUE	18,6%	

Fonte: autoria própria

Quadro 23 – Cálculo do OUE para a Sala 803

SALA 803		
Item	Valor	Observação
TEMPO CALENDÁRIO	168	
Tempo sem aula (sala fechada)	78	Das 23h às 8h e domingo
TTD	90	
Perdas por Disponibilidade	50	
- falha em equipamentos	0	Sem registro de falha
- parada programada	15	Salas fechadas no almoço/jantar - limpeza das salas
- não agendamento	35	Sem aula a tarde e nos sábados
TTP	40	
DISPONIBILIDADE	44,4%	
Perdas de Desempenho	0	
- pequenas paradas	0	Sem registro de exceção
- espaço para reuniões	0	Sem registro de exceção
- cancelamentos	0	Sem registro de exceção
TTU	40	
DESEMPENHO	100,0%	
- carteiras vazias	648	Considerando períodos com atividade agendada
LEO	952	
QUALIDADE	59,5%	
OUE	26,4%	

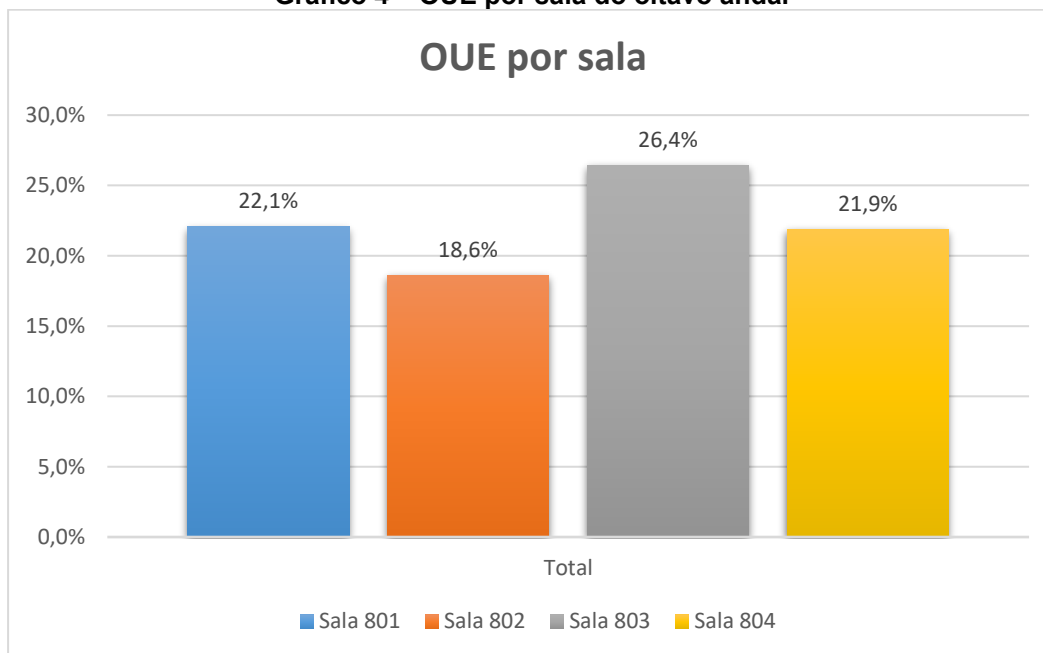
Fonte: autoria própria

Quadro 24 – Cálculo do OUE para a Sala 804

SALA 804		
Item	Valor	Observação
TEMPO CALENDÁRIO	168	
Tempo sem aula (sala fechada)	78	Das 23h às 8h e domingo
TTD	90	
Perdas por Disponibilidade	50	
- falha em equipamentos	0	Sem registro de falha
- parada programada	15	Salas fechadas no almoço/jantar - limpeza das salas
- não agendamento	35	Sem aula a tarde e nos sábados
TTP	40	
DISPONIBILIDADE	44,4%	
Perdas de Desempenho	4	
- pequenas paradas	0	Sem registro de exceção
- espaço para reuniões	0	Sem registro de exceção
- cancelamentos	4	TCC na segunda à noite
TTU	36	
DESEMPENHO	90,0%	
- carteiras vazias	816	Considerando períodos com atividade agendada
LEO	984	
QUALIDADE	54,7%	
OUE	21,9%	

Fonte: autoria própria

Gráfico 4 – OUE por sala do oitavo andar

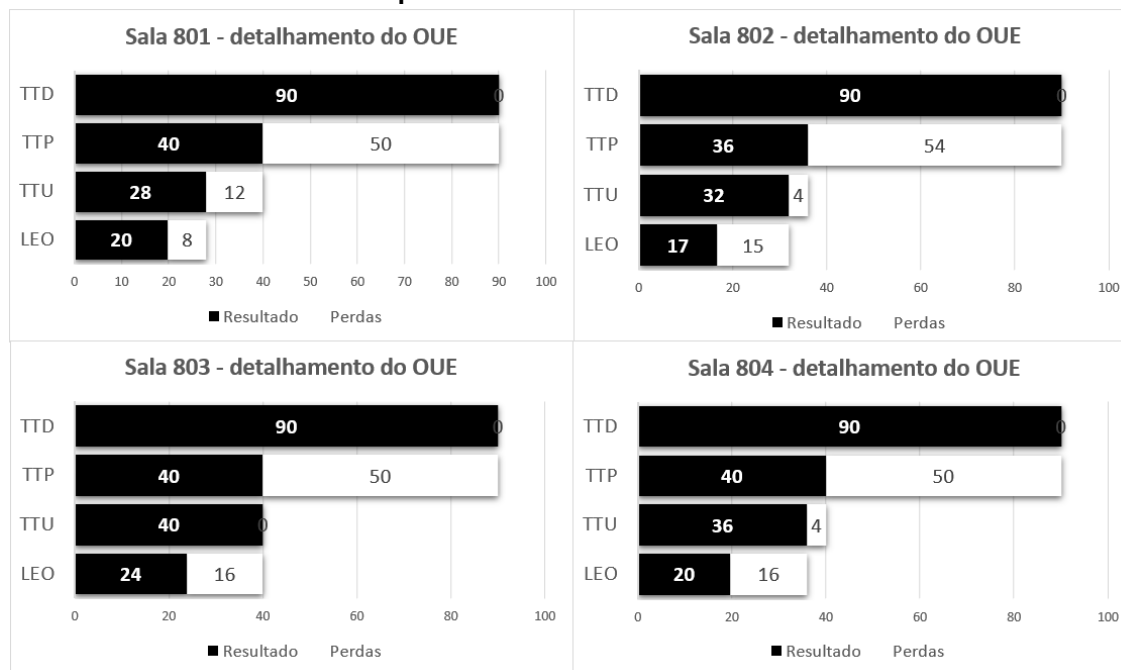


Fonte: autoria própria

Além do método permitir uma avaliação muito mais detalhada sobre a utilização de cada espaço físico, ele também aponta onde estão as maiores perdas em cada sala. Para facilitar este entendimento, o Gráfico 5 foi criado e demonstra todos os índices utilizados para o cálculo do OUE em todas as salas do oitavo andar, iniciando do TTD e indo até o LEO. As áreas em preto no gráfico são as horas efetivamente utilizadas, enquanto a parte em branco identifica as perdas em cada índice.

Importante salientar que o fator LEO trabalha com a quantidade de carteiras ocupadas e não diretamente com o cálculo de horas. Desta forma, para permitir a gestão gráfica do OUE, o percentual de carteiras ocupadas (representando pelo fator Qualidade) foi multiplicado pelo TTU. Conseqüentemente, a diferença entre este resultado e o TTU são as perdas de qualidade.

Desta forma, é possível identificar que em todas as salas do oitavo andar, as maiores perdas estão registradas no indicador TTP, ou seja, são as perdas por disponibilidade. A perda mais representativa nestes casos é a falta de agendamentos na parte da tarde e nos sábados, uma vez que este tempo está disponível para planejamento (o campus está aberto e há utilização de salas em outros andares). Assim, caso o gestor desta unidade queira aumentar a utilização das salas, esta seria a ação que traria o maior impacto no resultado.

Gráfico 5 – Índices para cálculo do OUE das salas do oitavo andar

Fonte: autoria própria

Após a análise dos resultados obtidos no andar onde há a maior quantidade de lugares disponíveis, outra aplicação do método foi realizada no sexto andar, o qual possui a menor capacidade física, conforme demonstrado no Quadro 25.

É possível identificar que, diferentemente do oitavo andar, tem-se dois tipos de sala: laboratórios e sala de aula. No caso específico da Sala 602, a quantidade de lugares é inferior às demais, pois o laboratório conta com macas para a realização de aulas práticas. No entanto, embora o tipo de sala seja diferente, a sequência de aplicação do método segue o mesmo passo a passo.

Quadro 25 – Salas do sexto andar, com suas capacidades e tipos de espaço

Andar	Sala	Capacidade	Tipo de Sala
6	601	49	Laboratório
6	602	32	Laboratório
6	603	40	Sala de aula
6	604	50	Sala de aula

Fonte: autoria própria

Desta forma, o Quadro 26 mostra como é composto o ensalamento de cada sala do sexto andar, no período da manhã. Neste caso, também existem aulas agendadas para a parte da tarde e aos sábados. O ensalamento da tarde e da noite está representado no Quadro 27 e no Quadro 28, respectivamente.

Quadro 26 – Ensalamento do sexto andar – manhã

SALA	HORÁRIO	2ª FEIRA	3ª FEIRA	4ª FEIRA	5ª FEIRA	6ª FEIRA	SÁBADO	OBSERVAÇÃO
601 (6º Andar) LAB QUÍMICA	8h00 - 8h50							Capacidade da sala: 49 Banqueta: 49
	8h50 - 9h40							
	10h00 - 10h50							
	10h50 - 11h40							
602 (6º Andar) LAB ESTÉTICA	8h00 - 8h50		ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA		Capacidade da sala: 45 Mocho c/ encosto: 32
	8h50 - 9h40		Tratamentos Corporais para Gordura Localizada FEG	Tratamento Corporal p/Flacidez Tissular, Estrias e	Cosmecêuticos Aplicados à Estética	Tratamentos Corporais para Gordura Localizada e FEG		
	10h00 - 10h50							
	10h50 - 11h40							
603 (6º Andar)	8h00 - 8h50	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA			Capacidade da sala: 40
	8h50 - 9h40	Controle de Qualidade e	Fundamentos da Cosmetologia	Fundamentos da Cosmetologia	Cosmiatria Aplicada			
	10h00 - 10h50	Abertura de						
	10h50 - 11h40	Formulações						
604 (6º Andar)		SEMIPRESENC.		SEMIPRESENC.		SEMIPRESENC.		Capacidade da sala: 50
	8h00 - 8h50							
	8h50 - 9h40							
	10h00 - 10h50							
	10h50 - 11h40							

Fonte: autoria própria

Quadro 27 – Ensalamento do sexto andar – tarde

SALA	HORÁRIO	2ª FEIRA	3ª FEIRA	4ª FEIRA	5ª FEIRA	6ª FEIRA	SÁBADO	OBSERVAÇÃO
601 (6º Andar) LAB QUÍMICA	13h30 - 14h20							Capacidade da sala: 49 Banqueta: 49
	14h20 - 15h10							
	15h30 - 16h20							
	16h20 - 17h10							
602 (6º Andar) LAB ESTÉTICA	13h30 - 14h20		ESTÉTICA E COSMÉTICA		ESTÉTICA E COSMÉTICA			Capacidade da sala: 45 Mocho c/ encosto: 32
	14h20 - 15h10							
	15h30 - 16h20							
	16h20 - 17h10							
603 (6º Andar)	13h30 - 14h20						MATURIDADE	Capacidade da sala: 40
	14h20 - 15h10							
	15h30 - 16h20							
	16h20 - 17h10							
604 (6º Andar)	13h30 - 14h20	SEMI					SEMI	Capacidade da sala: 50
	14h20 - 15h10							
	15h30 - 16h20							
	16h20 - 17h10							

Fonte: autoria própria

Quadro 28 – Ensalamento do sexto andar – noite

SALA	HORÁRIO	2ª FEIRA	3ª FEIRA	4ª FEIRA	5ª FEIRA	6ª FEIRA	SÁBADO	OBSERVAÇÃO
601 (6º Andar) LAB QUÍMICA	19h00 - 19h50							Capacidade da sala: 49 Banqueta: 49
	19h50 - 20h40							
	20h50 - 21h40							
	21h40 - 22h30							
602 (6º Andar) LAB ESTÉTICA	19h00 - 19h50		ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA		Capacidade da sala: 45 Mocho c/ encosto: 32
	19h50 - 20h40		Tratamento Corp Gordura e FEG 5º B	Trat Corp para Flacidez tissular, estrias e flacidez muscular	Cosmecêuticos Aplicados a Estética	Trat Corp Gordura localizada e FEG 5º - A		
	20h50 - 21h40							
	21h40 - 22h30							
603 (6º Andar)	19h00 - 19h50	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO 2º ANO - B			Capacidade da sala: 40
	19h50 - 20h40	Controle de Qualidade e Abertura de Formulações	Fundamentos da Cosmetologia	Cosmiatria Aplicada 5º - B	Ambientes Organizacionais			
	20h50 - 21h40							
	21h40 - 22h30							
604 (6º Andar)	19h00 - 19h50	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA	ESTÉTICA E COSMÉTICA			Capacidade da sala: 50
	19h50 - 20h40	Nutrição Básica e Nutracêutico 3º - A	Anatomofisiologia Aplicada 2º	Química e Físico-Química	Visagismo 3º - A			
	20h50 - 21h40							
	21h40 - 22h30							

Fonte: autoria própria

Para a aplicação do método OUE, foram levantados todos os registros de exceção das salas do sexto andar. Neste caso, houve apenas um registro de duas aulas que ocorriam na semana, mas não estavam registradas no ensalamento:

- a) Sala 603 foi utilizada na terça e quinta pela equipe da Maturidade (31 alunos).

Para demonstrar a solução proposta nas salas do sexto andar, foram feitos registros do dia e hora dos intervalos em que as salas são utilizadas, assim como a quantidade de alunos que as estão ocupando. O Quadro 29 apresenta este detalhamento e os espaços hachurados mostram os momentos em que a sala não é utilizada.

Quadro 29 – Distribuição dos alunos nas salas do sexto andar – método OUE

Método OUE para ocupação da Sala 601													
Capacidade	49				Horas de utilização								72
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	13h	14h	15h	16h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira													
3ª feira													
4ª feira													
5ª feira													
6ª feira													
Sábado													
Método OUE para ocupação da Sala 602													
Capacidade	32				Horas de utilização								72
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	13h	14h	15h	16h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira													
3ª feira	27	27	27	27	27	27	27	27	25	25	25	25	
4ª feira	32	32	32	32					21	21	21	21	
5ª feira	27	27	27	27	27	27	27	27	17	17	17	17	
6ª feira	27	27	27	27					22	22	22	22	
Sábado													
Método OUE para ocupação da Sala 603													
Capacidade	40				Horas de utilização								72
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	13h	14h	15h	16h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira	27	27	27	27					17	17	17	17	
3ª feira	34	34	34	34	31	31	31	31	34	34	34	34	
4ª feira	34	34	34	34					25	25	25	25	
5ª feira	28	28	28	28	31	31	31	31	20	20	20	20	
6ª feira													
Sábado					31	31	31	31					
Método OUE para ocupação da Sala 604													
Capacidade	50				Horas de utilização								72
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	13h	14h	15h	16h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira	37	37	37	37	37	37	37	37	21	21	21	21	
3ª feira									41	41	41	41	
4ª feira	37	37	37	37					45	45	45	45	
5ª feira									21	21	21	21	
6ª feira	37	37	37	37									
Sábado					37	37	37	37					

Fonte: autoria própria

Novamente, o quadro modelo para preenchimento dos dados e cálculo do OUE foi utilizado, desta vez utilizando as informações obtidas para a Sala 601, Sala 602, Sala 603 e Sala 604, com seus resultados demonstrados no Quadro 30, Quadro 31, Quadro 32 e Quadro 33, respectivamente. Na sequência, o Gráfico 6 mostra o comparativo entre os OUE das salas do sexto andar. Neste gráfico é possível identificar que a Sala 601 não é utilizada e, por isto, tem resultado igual à zero, enquanto a Sala 602 possui o maior resultado.

Por fim, o Gráfico 7 representa os resultados do OUE e seus fatores calculados para cada sala. É possível identificar a falta de utilização da Sala 601 e, nas demais salas, as perdas por disponibilidade provocadas pela grande quantidade de espaços não utilizados durante algumas horas do dia. Importante destacar o desempenho das salas 602, 603 e 604 que foi igual à 100%, ou seja, não houve perdas por desempenho. Outro ponto de destaque é a ocupação das salas durante os períodos agendados, o que fez o fator qualidade fechar com um percentual superior às salas do oitavo andar.

Quadro 30 – Cálculo do OUE para a Sala 601

SALA 601		
Item	Valor	Observação
TEMPO CALENDÁRIO	168	
Tempo sem aula (sala fechada)	78	Das 23h às 8h e domingo
TTD	90	
Perdas por Disponibilidade	90	
- falha em equipamentos	0	Sem registro de falha
- parada programada	18	Salas fechadas no almoço/jantar - limpeza das salas
- não agendamento	72	Sem aula agendada na semana
TTP	0	
DISPONIBILIDADE	0,0%	
Perdas de Performance	0	
- pequenas paradas	0	Sem registro de exceção
- espaço para reuniões	0	Sem registro de exceção
- cancelamentos	0	Sem registro de exceção
TTU	0	
DESEMPENHO	0,0%	
- carteiras vazias	0	Considerando períodos com atividade agendada
LEO	0	
QUALIDADE	0,0%	
OUE	0,0%	

Fonte: autoria própria

Quadro 31 – Cálculo do OUE para a Sala 602

SALA 602		
Item	Valor	Observação
TEMPO CALENDÁRIO	168	
Tempo sem aula (sala fechada)	78	Das 23h às 8h e domingo
TTD	90	
Perdas por Disponibilidade	50	
- falha em equipamentos	0	Sem registro de falha
- parada programada	18	Salas fechadas no almoço/jantar - limpeza das salas
- não agendamento	32	Sem aula nas segundas e sábados e janelas a tarde
TTP	40	
DISPONIBILIDADE	44,4%	
Perdas de Performance	0	
- pequenas paradas	0	Sem registro de exceção
- espaço para reuniões	0	Sem registro de exceção
- cancelamentos	0	Sem registro de exceção
TTU	40	
DESEMPENHO	100,0%	
- carteiras vazias	272	Considerando períodos com atividade agendada
LEO	1008	
QUALIDADE	78,8%	
OUE	35,0%	

Fonte: autoria própria

Quadro 32 – Cálculo do OUE para a Sala 603

SALA 603		
Item	Valor	Observação
TEMPO CALENDÁRIO	168	
Tempo sem aula (sala fechada)	78	Das 23h às 8h e domingo
TTD	90	
Perdas por Disponibilidade	46	
- falha em equipamentos	0	Sem registro de falha
- parada programada	18	Salas fechadas no almoço/jantar - limpeza das salas
- não agendamento	28	Sem aulas sexta, sábado de manhã e noite e janelas a tarde
TTP	44	
DISPONIBILIDADE	48,9%	
Perdas de Performance	0	
- pequenas paradas	0	Sem registro de exceção
- espaço para reuniões	0	Sem registro de exceção
- cancelamentos	0	Sem registro de exceção
TTU	44	
DESEMPENHO	100,0%	
- carteiras vazias	512	Considerando períodos com atividade agendada
LEO	1248	
QUALIDADE	70,9%	
OUE	34,7%	

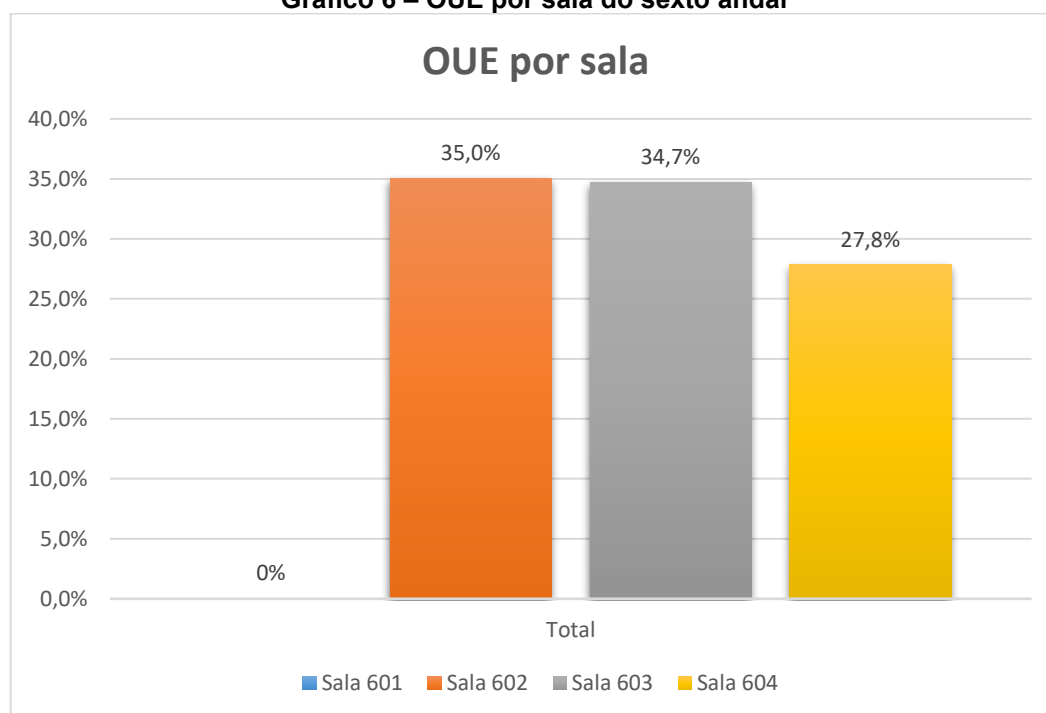
Fonte: autoria própria

Quadro 33 – Cálculo do OUE para a Sala 604

SALA 604		
Item	Valor	Observação
TEMPO CALENDÁRIO	168	
Tempo sem aula (sala fechada)	78	Das 23h às 8h e domingo
TTD	90	
Perdas por Disponibilidade	54	
- falha em equipamentos	0	Sem registro de falha
- parada programada	18	Salas fechadas no almoço/jantar - limpeza das salas
- não agendamento	36	Diversas janelas durante a semana
TTP	36	
DISPONIBILIDADE	40,0%	
Perdas de Performance	0	
- pequenas paradas	0	Sem registro de exceção
- espaço para reuniões	0	Sem registro de exceção
- cancelamentos	0	Sem registro de exceção
TTU	36	
DESEMPENHO	100,0%	
- carteiras vazias	548	Considerando períodos com atividade agendada
LEO	1252	
QUALIDADE	69,6%	
OUE	27,8%	

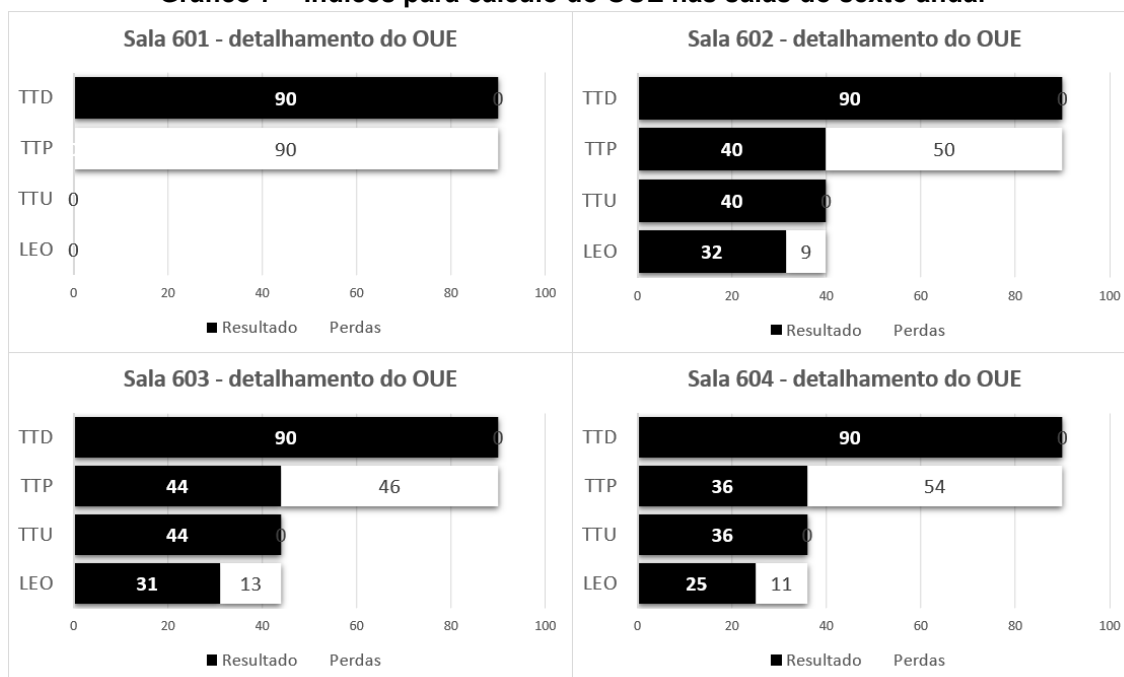
Fonte: autoria própria

Gráfico 6 – OUE por sala do sexto andar



Fonte: autoria própria

Gráfico 7 – Índices para cálculo do OUE nas salas do sexto andar



Fonte: autoria própria

4.3 AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO

A avaliação da solução foi realizada através da comparação entre o método UFO e o método OUE. Ao final da avaliação, este método é analisado quanto à possibilidade de medição da utilização, base em modelos industriais e facilidade de uso e interpretação dos resultados.

Conforme detalhado no Capítulo 2, existe uma variação na literatura sobre a forma de aplicação do método UFO. Assim, neste trabalho foi seguido o modelo mais comum de cálculo da utilização através deste método, onde a ocupação é calculada sobre o total de horas disponíveis e não sobre o total de horas utilizadas. Através da Figura 15 é possível verificar que o método UFO considera apenas dois fatores para o cálculo da utilização e, além disso, não considera o tempo total calendário nem as exceções durante a utilização das salas.

A aplicação do método UFO foi realizada inicialmente sobre as salas do oitavo andar, na mesma sequência apresentada na seção 4.2. A primeira etapa deste método é a mesma do método OUE, ou seja, deve ser avaliado o ensalamento de cada sala e, na sequência, a quantidade de alunos que ocupa cada sala, considerando dia e hora. A diferença do método UFO é que ele não leva em consideração as

exceções levantadas no período de avaliação e, desta forma, o quadro de distribuição de alunos foi refeito. O Quadro 34 apresenta a nova distribuição em cada sala de aula do oitavo andar.

Figura 15 – Fatores que compõe o método UFO

		HORAS DISPONÍVEIS PARA UTILIZAÇÃO DAS SALAS		
UFO = frequência x ocupação	Frequência = HU/DT	DT	DISPONIBILIDADE TOTAL (SEMANA PROGRAMADA)	
		HU	NÚMERO TOTAL DE HORAS EM QUE A SALA ESTÁ EM USO	
	Ocupação = Tg/CS	CS	CAPACIDADE TOTAL DA SALA	PERDA DE FREQUÊNCIA períodos do dia em que a sala não é utilizada
		TG	TAMANHO MÉDIO DO GRUPO	

Fonte: adaptado de NAO (1996)

Com base nestes dados, é possível realizar o cálculo da utilização no método UFO. A fim de detalhar a aplicação deste método, o cálculo detalhado da utilização da Sala 801 é apresentado.

No método UFO, a frequência de utilização é medida levando em consideração os períodos em que a sala é utilizada no período avaliado. Desta forma, a Sala 801 funciona de manhã (4 horas) e a noite (4 horas), totalizando 8 horas diárias à disposição dos alunos. Além disso, seu horário de funcionamento é de segunda à sexta-feira, ou seja, cinco dias na semana. Multiplicando a quantidade de horas diárias pelo número de dias à disposição na semana, tem-se 8 horas em 5 dias na semana, o que totaliza 40 horas disponíveis na semana. Através do Quadro 34 é possível identificar que a Sala 801 não possui agendamento na sexta-feira pela manhã, deixando a sala sem uso neste período de 4 horas. As outras 36 horas a sala é utilizada e, desta forma, a frequência é calculada através das 36 horas de utilização sobre as 40 horas disponíveis, o que representa um resultado de 90% de frequência de utilização.

Quadro 34 – Distribuição dos alunos nas salas do oitavo andar – método UFO

Método UFO para ocupação da Sala 801									
Capacidade	80				Horas de utilização				40
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira	53	53	53	53	59	59	59	59	
3ª feira	54	54	54	54	58	58	57	57	
4ª feira	56	56	56	56	71	71	57	57	
5ª feira	51	51	51	51	58	58	60	60	
6ª feira					56	56	56	56	
Método UFO para ocupação da Sala 802									
Capacidade	80				Horas de utilização				40
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira	36	36	36	36	39	39	39	39	
3ª feira	33	33	33	33	50	50	50	50	
4ª feira	35	35	35	35	37	37	37	37	
5ª feira	36	36	36	36	79	79	79	79	
6ª feira	34	34	34	34	43	43	43	43	
Método UFO para ocupação da Sala 803									
Capacidade	40				Horas de utilização				40
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira	18	18	18	18	32	32	32	32	
3ª feira	19	19	19	19	40	40	40	40	
4ª feira	2	2	2	2	17	17	17	17	
5ª feira	19	19	19	19	34	34	34	34	
6ª feira	21	21	21	21	36	36	36	36	
Método UFO para ocupação da Sala 804									
Capacidade	50				Horas de utilização				40
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira	12	12	12	12	40	40	40	40	
3ª feira	14	14	14	14	47	47	36	36	
4ª feira	13	13	13	13	47	47	48	48	
5ª feira	12	12	12	12	46	46	47	47	
6ª feira	13	13	13	13	48	48	45	45	

Fonte: autoria própria

O cálculo de ocupação no método UFO considera a quantidade de alunos que ocupam a sala nestas 40 horas disponíveis, baseando-se na capacidade de cada sala. A Sala 801 tem capacidade de atender à 80 alunos em cada hora. Assim, considerando a disponibilidade semanal, que é de 40 horas, o cálculo é a multiplicação da capacidade pela disponibilidade (80 alunos x 40 horas), o que representa uma capacidade semanal de 3200 alunos. A soma do total de alunos que ocuparam a sala durante a semana é de 2038, considerando de segunda à sexta-feira, nos períodos de manhã e noite. Assim, a ocupação é calculada através dos 2038 alunos que

ocupam a sala sobre a capacidade de 3200, o que representa um resultado de 63.7% de ocupação.

Neste método, a utilização é a multiplicação entre os dois fatores calculados, ou seja, frequência e ocupação. Assim, 90% de frequência com 63.7% de ocupação resulta em uma utilização de 57.3%. Este resultado, assim como o cálculo para as demais salas do oitavo andar, é apresentado no Quadro 35. Além disso, um resumo da utilização de cada sala calculada através do método UFO é demonstrado no Gráfico 8.

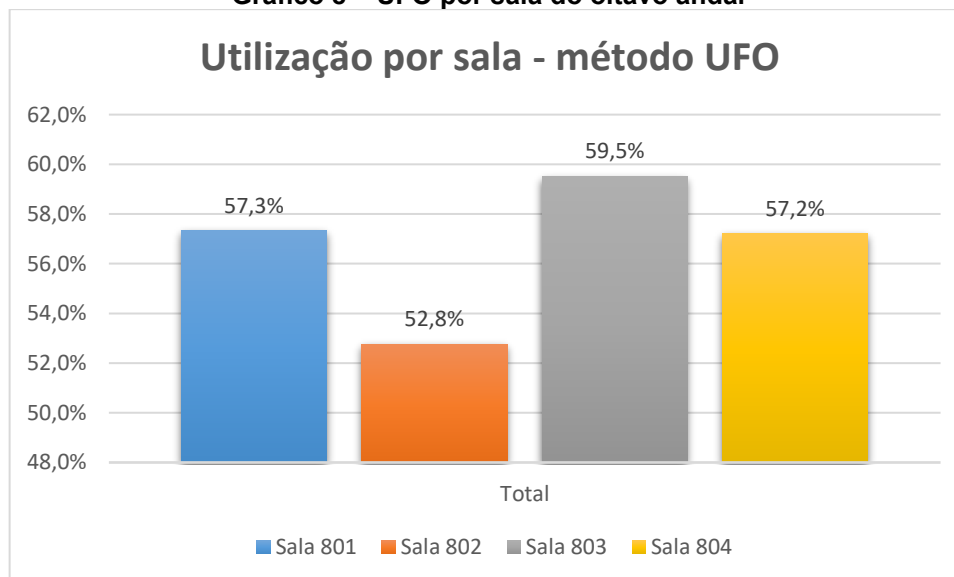
Quadro 35 – Utilização das salas do oitavo andar através do método UFO

SALA 801		SALA 802	
Frequência	90,0%	Frequência	100,0%
Ocupação	63,7%	Ocupação	52,8%
Utilização	57,3%	Utilização	52,8%

SALA 803		SALA 804	
Frequência	100,0%	Frequência	100,0%
Ocupação	59,5%	Ocupação	57,2%
Utilização	59,5%	Utilização	57,2%

Fonte: autoria própria

Gráfico 8 – UFO por sala do oitavo andar



Fonte: autoria própria

Da mesma forma, as salas do sexto andar também tiveram sua utilização calculada através do método UFO. O Quadro 36 apresenta a distribuição dos alunos em cada sala. Estas salas estão à disposição dos alunos de segunda à sábado, nos períodos da manhã, tarde e noite.

Assim, a diferença de aplicação do método UFO entre as salas do sexto e oitavo andar está na quantidade maior de horas disponíveis. Nas salas do oitavo andar são 40 horas semanais à disposição dos alunos, enquanto nas salas do sexto andar são 72 horas (12 horas diárias, 6 dias na semana). Os demais cálculos seguem a mesma sequência e o Quadro 37 mostra o resultado de cada fator para as salas do sexto andar. Além disso, o Gráfico 9 mostra a utilização de cada sala calculada através deste método.

Quadro 36 – Distribuição dos alunos nas salas do sexto andar – método UFO

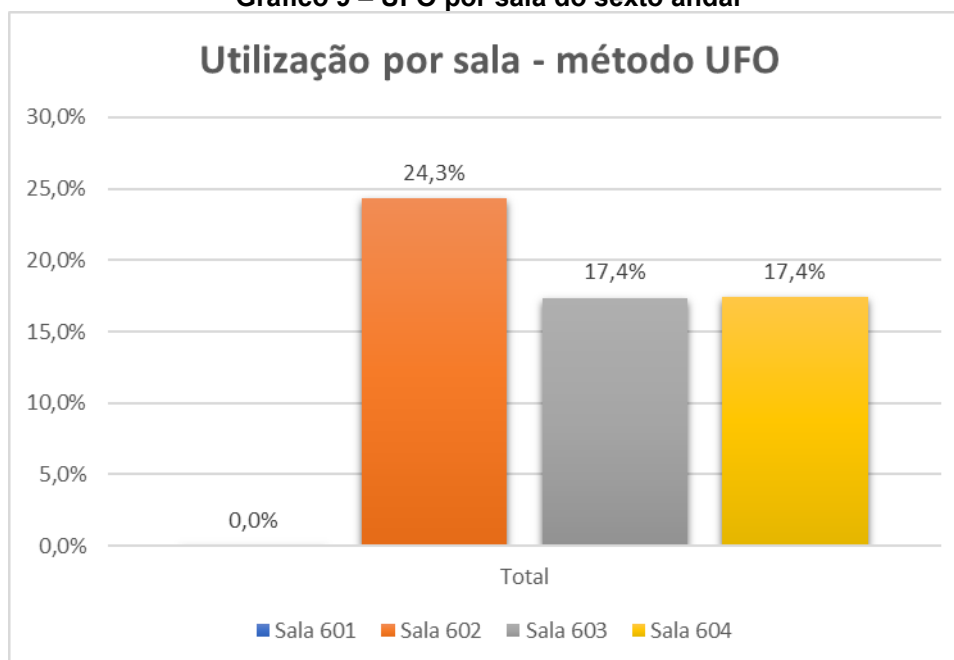
Método UFO para ocupação da Sala 601													
Capacidade	49				Horas de utilização								72
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	13h	14h	15h	16h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira													
3ª feira													
4ª feira													
5ª feira													
6ª feira													
Sábado													
Método UFO para ocupação da Sala 602													
Capacidade	32				Horas de utilização								72
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	13h	14h	15h	16h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira													
3ª feira	27	27	27	27	27	27	27	27	25	25	25	25	
4ª feira	32	32	32	32					21	21	21	21	
5ª feira	27	27	27	27	27	27	27	27	17	17	17	17	
6ª feira	27	27	27	27					22	22	22	22	
Sábado													
Método UFO para ocupação da Sala 603													
Capacidade	40				Horas de utilização								72
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	13h	14h	15h	16h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira	27	27	27	27					17	17	17	17	
3ª feira	34	34	34	34					34	34	34	34	
4ª feira	34	34	34	34					25	25	25	25	
5ª feira	28	28	28	28					20	20	20	20	
6ª feira													
Sábado					31	31	31	31					
Método UFO para ocupação da Sala 604													
Capacidade	50				Horas de utilização								72
Horário / dia	8h	9h	10h	11h	13h	14h	15h	16h	19h	20h	21h	22h	
2ª feira	37	37	37	37	37	37	37	37	21	21	21	21	
3ª feira									41	41	41	41	
4ª feira	37	37	37	37					45	45	45	45	
5ª feira									21	21	21	21	
6ª feira	37	37	37	37									
Sábado					37	37	37	37					

Fonte: autoria própria

Quadro 37 – Utilização das salas do sexto andar através do método UFO

SALA 601		SALA 602	
Frequência	0,0%	Frequência	55,6%
Ocupação	0,0%	Ocupação	43,8%
Utilização	0,0%	Utilização	24,3%
SALA 603		SALA 604	
Frequência	50,0%	Frequência	50,0%
Ocupação	34,7%	Ocupação	34,8%
Utilização	17,4%	Utilização	17,4%

Fonte: autoria própria

Gráfico 9 – UFO por sala do sexto andar

Uma vez apresentado o passo a passo para o cálculo com cada método e conhecidos os resultados de utilização, é possível compará-los e identificar suas variações, permitindo a análise das vantagens e desvantagens do método proposto.

Em relação aos dados necessários para o cálculo da utilização, ambos os métodos partem da mesma base: o ensalamento. Conhecidas as salas que serão utilizadas e suas capacidades, o próximo dado é a quantidade de alunos que irá ocupar cada espaço. Esta informação também é comum e, no caso de sala de aulas, geralmente a base de dados é o sistema acadêmico, onde constam os alunos matriculados por turma.

A terceira base de dados difere entre os métodos. O OUE, por ser mais detalhado que o UFO, necessita das exceções que ocorreram no período de análise. Tais dados são computados como perdas ou, em alguns casos, como um ganho de utilização, uma vez que a sala pode ser utilizada sem o agendamento formal no sistema, como foi o caso das aulas da turma da Maturidade, nas salas do sexto andar. Assim, é fundamental uma boa coleta de dados a fim de garantir o cálculo do indicador o mais preciso possível.

Sobre o cálculo dos fatores que influenciam a utilização, no método UFO necessita-se da frequência e ocupação das salas. Já o método OUE, parte-se do tempo calendário e todas as perdas são calculadas.

O conceito de frequência calculado no método UFO é semelhante ao cálculo de desempenho no método proposto nesse trabalho. Em relação ao cálculo de ocupação para o UFO, ele também é semelhante ao cálculo de qualidade no OUE, com a única diferença de que no método desenvolvido a qualidade de ocupação é calculada sobre o período em que a sala está disponível e não sobre todo o tempo de disponibilidade, uma vez que esta falta de eficiência já está registrada nas perdas de disponibilidade e/ou perdas de desempenho.

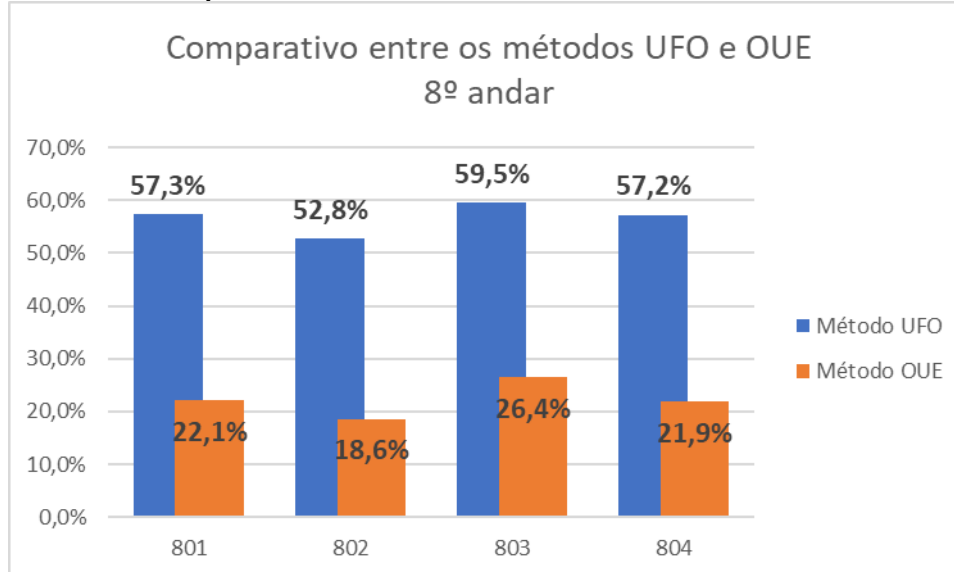
No método UFO, a utilização é calculada através da multiplicação dos dois fatores (frequência e ocupação). Já no OUE, é a multiplicação de três fatores: disponibilidade, desempenho e qualidade. Embora o cálculo do OUE pareça mais complexo, o quadro modelo desenvolvido permite um cálculo rápido e de fácil utilização, uma vez que é apenas necessário preencher com os dados solicitados.

Outro fator de destaque é que o método proposto não deixa, necessariamente, o resultado melhor ou pior em comparação com o método já utilizado e apresentado na literatura. Como exemplo disto, conforme apresentado no Gráfico 10, tem-se que nas salas do oitavo andar a utilização calculada no método OUE ficou abaixo do método UFO, uma vez que estas salas não são utilizadas na parte da tarde, em nenhum dia da semana e nem aos sábados. Como este é um tempo programado para utilização, mas não houve agendamento, o indicador de disponibilidade é diretamente impactado.

No sexto andar ocorreu um aumento da utilização quando comparados os métodos, conforme pode ser observado no Gráfico 11. O OUE apresentou um resultado maior justamente pelo cálculo da qualidade de ocupação, que considera apenas os períodos em que há agendamento de aulas. Tal fato permite que, mesmo

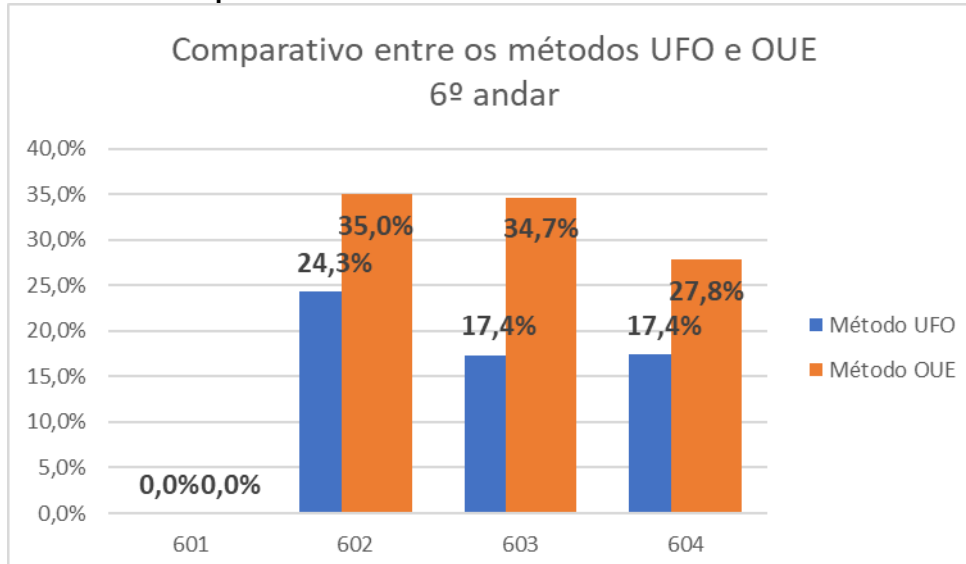
uma sala sendo utilizada apenas um dia na semana, possa ter uma qualidade de ocupação de 100%, desde que todos os lugares estejam efetivamente ocupados neste dia. Os autores que aplicaram o método UFO nos artigos publicados consideraram a ocupação sobre o tempo total de disponibilidade, o que torna impossível que uma sala tenha 100% de ocupação caso a frequência não seja 100%.

Gráfico 10 – Comparativo entre o método UFO e OUE nas salas do oitavo andar



Fonte: autoria própria

Gráfico 11 – Comparativo entre o método UFO e OUE nas salas do sexto andar



Fonte: autoria própria

Assim, conclui-se que o método OUE dá mais subsídios aos gestores para a tomada de decisão, uma vez que considera todo o tempo calendário e leva em consideração todas as exceções registradas no período. O resultado com este

método, conforme já apresentado, pode ser maior ou menor que o método UFO, o que não indica uma restrição na parte dos cálculos, mas sim, uma precisão maior quanto aos fatores que compõe a utilização. O Quadro 38 apresenta um resumo comparativo entre os métodos UFO e OUE e mostra, de forma clara, que o método OUE soluciona as limitações existentes nos modelos aplicados atualmente para o cálculo da utilização das salas de aula.

Outro ponto que deve ser analisado no novo método é se ele permite o cálculo da utilização. De acordo com a demonstração da solução, ficou comprovado este cálculo e que ele se baseia em três fatores (disponibilidade, desempenho e qualidade) e, além disso, foi apresentado um passo a passo para o cálculo de cada um destes.

Desta forma, comprova-se também o próximo ponto a ser observado no método proposto que é a base em modelos industriais. A construção do OUE, assim como a regredos cálculos das perdas, segue a mesma base do método utilizado nas indústrias para o cálculo do OEE, visando obter a eficácia geral dos seus equipamentos. Assim, comprova-se que, tanto o ambiente industrial quanto o ambiente universitário, apesar de suas particularidades operacionais, podem compartilhar de boas práticas de gestão.

O último ponto de avaliação da solução refere-se à facilidade de uso e interpretação dos resultados obtidos. Ficou demonstrado nas aplicações do método OUE a forma de cálculo, utilizando o quadro modelo, no qual é necessário apenas preencher os campos solicitados. Não há nenhum cálculo complexo, nem fatores subjetivos, ou seja, é um método baseado em fatos e dados, assim como o método UFO. O método proposto é apenas mais completo e leva em consideração mais dados do que o método já existente, mas, ainda assim, sua aplicação é simples.

Em relação à interpretação dos resultados obtidos, o OUE permite diversas análises através dos cálculos dos seus fatores. É possível identificar, de maneira fácil e rápida, qual fator está impactando a utilização. Para isto, é necessário apenas observar as perdas registradas durante o cálculo, sejam elas de disponibilidade, desempenho ou qualidade. Com base nestes dados, o gestor educacional poderá tomar diversas ações no intuito de aumentar a utilização das salas, tais como: revisar o ensalamento, política de descontos na mensalidade, aluguel das salas de aula para outras empresas, fechamento de campus, dentre várias outras. Esta facilidade de uso e de interpretação de resultados são de grande utilidade para a tomada de decisões

estratégicas e comprovam que o método proposto atendeu ao objetivo geral deste trabalho.

Quadro 38 – Resumo comparativo entre os métodos UFO e OUE

Perguntas	Método UFO	Método OUE
Base de Dados	1. Quantidade de salas 2. Ensalamento 3. Capacidade das salas 4. Quantidade de alunos que ocupam cada sala	1. Quantidade de salas 2. Ensalamento 3. Capacidade das salas 4. Quantidade de alunos que ocupam cada sala 5. Tempo calendário e dias e horários sem aula planejada 5. Registro das exceções (sala utilizada sem reserva, sala reservada e não utilizada, utilização da sala em tempo maior/menor que o planejado, etc.)
Fatores calculados	1. Frequência 2. Ocupação	1. Disponibilidade 2. Desempenho 3. Qualidade
Fórmula da utilização	Frequência x Ocupação	Disponibilidade x Desempenho x Qualidade
Considera tempo calendário para cálculo de disponibilidade?	NÃO	SIM
Considera frequência de utilização da sala?	SIM	SIM
Considera exceções nos registros?	NÃO	SIM
Considera ocupação das salas?	SIM	SIM
Considera ocupação das salas somente sobre as horas em que a sala é utilizada?	NÃO	SIM

Fonte: autoria própria

5 CONCLUSÃO

O método para medição de utilização de espaços físicos em universidades, baseado em modelos industriais, objetivo deste trabalho, foi desenvolvido utilizando o *framework* metodológico DSR e foi aplicado em uma universidade de Curitiba/PR, com o objetivo de avaliar a utilização das salas de aula.

Para o seu projeto e desenvolvimento, revisões da literatura foram realizadas. Buscando estudos sobre os métodos que as universidades utilizam na medição da utilização de espaços físicos, encontrou-se 61 trabalhos, mas apenas 12 foram selecionados, destacando-se nestes o método UFO. Este método considera a frequência de utilização das salas e sua taxa de ocupação no cálculo da utilização. Em seguida, buscou-se por indicadores de desempenho utilizados nas universidades e de 931 resultados, apenas 28 foram selecionados. Em todos os artigos selecionados, os indicadores de desempenho estavam relacionados a outros fatores que não tinham relação com a análise de utilização de espaços físicos. Na sequência, uma revisão foi realizada com o objetivo de identificar, dentro do ambiente industrial, os métodos utilizados para medir desempenho de equipamentos. Esta busca retornou 730 estudos e, destes, 60 foram selecionados, constatando-se que o OEE vem sendo o indicador mais utilizado. Por fim, buscou-se por estudos que utilizavam o OEE na análise de ocupação de salas. Dos 129 resultados, somente 4 foram selecionados e verificou-se que apenas um utilizou o OEE modificado para análise de ocupação de espaços, no entanto, dentro de um ambiente hospitalar. Sendo assim, concluiu-se que não havia aplicação deste indicador na medição da utilização de espaços físicos em universidades.

Após a análise do material bibliográfico coletado e comparação dos métodos existentes, o desenvolvimento do artefato se baseou no indicador OEE, no método UFO e no estudo que utilizou o OEE modificado na análise da utilização de espaços em um ambiente hospitalar. Para a composição do método, o OEE foi utilizado como estrutura principal de cálculo. O estudo com o OEE modificado também serviu de base na consideração das perdas e cálculos. Além disso, o método UFO serviu de base para o cálculo de dois fatores que compõe o novo artefato. Por fim, foi necessário adaptar as perdas de utilização existentes no ambiente acadêmico para o cálculo do OEE no método proposto. Esta adaptação foi desenvolvida pelo autor.

Desta forma, além da relação das falhas do ambiente acadêmico para o desenvolvimento do artefato, foi realizada a união de dois métodos (OEE e método UFO), diferenciando o método proposto dos demais.

O método proposto é composto por três fatores: disponibilidade, desempenho e qualidade. A disponibilidade é a relação entre o tempo total programado pelo tempo total disponível, ou seja, avalia o quanto do tempo em que a sala poderia estar em uso teve alocação de aula. O desempenho verifica a relação entre o tempo total utilizado e o tempo total programado e, assim, demonstra o quanto a sala foi de fato utilizada. E, por fim, a qualidade avalia se a sala é utilizada em sua capacidade máxima e, para isto, é calculada através da divisão entre o número de lugares efetivamente ocupados e a capacidade da sala. O cálculo do indicador de utilização dos espaços físicos em universidades é realizado através da multiplicação destes três fatores (disponibilidade, desempenho e qualidade).

Após o seu desenvolvimento, a solução foi demonstrada em um campus de uma universidade privada, localizado em Curitiba/PR e, para avaliar sua eficácia, foram selecionados dois andares: um com a maior quantidade de lugares disponíveis e um com a menor quantidade, permitindo avaliar o comportamento do método nestes cenários opostos.

Com o objetivo de avaliar o método, comparou-se o resultado da solução desenvolvida com o obtido através da utilização do método UFO. Nesta avaliação, chegou-se à conclusão de que o método desenvolvido permite a obtenção de um resultado mais preciso de utilização, uma vez que considera todas as exceções de planejamento em sua base de cálculo. Além disso, a solução desenvolvida não deixa o resultado da utilização pior em comparação com o método UFO, uma vez que, além de considerar todas as exceções na utilização dos espaços, considera a ocupação das salas somente nos períodos em que ela está disponível para uso. Tal cálculo de ocupação já é proposto por diversos autores que abordam o método UFO, porém, em nenhum estudo avaliado, o cálculo realizado considerou esta observação.

A demonstração da solução considerou a avaliação de utilização de espaços físicos em universidades, mas devido às características que foi desenvolvido, ele pode ser aplicado em qualquer outro tipo de negócio em que seja necessário avaliar a ocupação de espaços físicos, como, por exemplo, academias, hospitais, estacionamentos e diversos outros estabelecimentos.

O método para medição de utilização de espaços físicos em universidades se mostra pertinente pois permite um cálculo preciso e real do uso dos ativos da empresa, uma vez que em sua estrutura não há nenhum dado subjetivo. Desta forma, o método serve de suporte aos gestores educacionais pois demonstra, com exatidão, qual fator do cálculo (disponibilidade, desempenho ou qualidade) está impactando o resultado do desempenho da instituição. Com estas informações, pode-se decidir, por exemplo, em abrir novos cursos, alterar o valor da mensalidade com o objetivo de aumentar a quantidade de alunos em um curso, alterar a capacidade das salas (dividir salas ou até mesmo juntar duas salas em uma), alugar salas de aula no período em que não há turmas agendadas e tantas outras possibilidades, em função do objetivo estratégico da instituição.

Um dos maiores desafios desta pesquisa foi realizar toda a análise de utilização dos espaços em um momento de pandemia, onde os alunos não estão fisicamente nas instituições de ensino. Com o objetivo de demonstrar a solução proposta, contornando essa limitação, foram considerados os dados do sistema acadêmico da instituição utilizada como campo de aplicação, bem como os registros de exceção do período anterior à pandemia.

O resultado desta pesquisa pode ser relevante para os gestores educacionais obterem informações importantes para a tomada de decisão nas universidades, uma vez que é possível identificar, de forma rápida, qual a utilização dos espaços físicos, o qual é um dos bens mais valiosos da organização. Além disso, esta pesquisa ajusta um desvio na forma de cálculo apresentada pelos autores que demonstraram a utilização do método UFO em suas publicações.

Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação desta solução em todo o campus, considerando todos os espaços físicos. Com base no levantamento das oportunidades identificadas, ações de melhoria podem ser tomadas pelo gestor educacional e, em seguida, o método pode ser aplicado novamente para identificar os ganhos obtidos. Posteriormente, esses ganhos poderiam ser traduzidos em dados financeiros quantitativos. Além disso, sugere-se que a capacidade das salas de aula seja definida através das suas dimensões, garantindo uma base comparável com diferentes universidades. Por fim, sugere-se a definição das taxas de disponibilidade, desempenho e qualidade para uma utilização de salas de aula de classe mundial.

REFERÊNCIAS

- ABDELHALIM, E. A.; EL KHAYAT, G. A. An information visibility-based university timetabling for efficient use of learning spaces (IVUT). **Egyptian Informatics Journal**, v. 17, n. 3, p. 315–325, nov. 2016.
- ABDULLAH, S. et al. Classroom management: measuring space usage. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 65, n. ICIBSoS, p. 931–936, 2012.
- ABDULLAH, S.; ALI, H. M.; SIPAN, I. Benchmarking space usage in higher education institutes: attaining efficient use. **Journal of Techno-Social**, v. 4, n. 1, p. 11–20, 2012.
- ADAMS, S. et al. The WEAR methodology for prognostics and health management implementation in manufacturing. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 45, p. 82–96, out. 2017.
- ALSYOUF, I. Measuring maintenance performance using a Balanced Scorecard approach. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 12, n. 2, p. 133–149, 2006.
- ALTBACH, P. G.; REISBERG, L.; RUMBLEY, L. E. Trends in global education: tracking an academic revolution. **World Conference on Higher Education**, p. 278, 2009.
- ANDERSSON, C.; BELLGRAN, M. On the complexity of using performance measures: enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 35, p. 144–154, 2015.
- ANDERSSON, C.; BELLGRAN, M. Combining overall equipment efficiency (OEE) and productivity measures as drivers for production improvements. **Swedish Production Symposium 2011**, p. 20–29, 2016.
- ANVARI, F.; EDWARDS, R. Performance measurement based on a total quality approach. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 60, n. 5, p. 512–528, 2011.
- ANVARI, F.; EDWARDS, R.; STARR, A. Methodology and theory evaluation of overall equipment effectiveness based on market. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 16, n. 3, p. 256–270, 2010.
- ASSAF, S. A. et al. Performance evaluation and benchmarking for maintenance decision making units at petrochemical corporation using a DEA model. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 76, n. 9–12, p. 1957–1967, 2015.
- AZMA, F. Qualitative Indicators for the evaluation of universities performance. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 2, n. 2, p. 5408–5411, 2010.

BADAWY, M. et al. A survey on exploring key performance indicators. **Future Computing and Informatics Journal**, v. 1, n. 1–2, p. 47–52, 2016.

BALZER, W. K.; BRODKE, M. H.; KIZHAKETHALACKAL, E. T. Lean higher education: successes, challenges, and realizing potential. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 32, n. 9, p. 924–933, 2015.

BAMBER, C. J. et al. Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE). **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 9, n. 3, p. 223–238, 2003.

BARBOSA, A. M. R.; FERREIRA, P. F. Gerenciamento de Recursos Humanos: o dimensionamento de pessoal técnico-administrativo da Universidade Federal de Sergipe. **IX Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul**, p. 1–17, 2009.

BÂRSAN, R. M.; CODREA, F.-M. Lean university: applying the ECRS method to improve an administrative process. **MATEC Web of Conferences**, v. 290, p. 07003, 2019.

BIASOTTO, E. **Aplicação do BSC na gestão da TPM – estudo de caso em indústria de processo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica): Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

BRAGLIA, M.; ZAMMORI, M.; FRANCESCO, F. Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML). **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 1, p. 8–29, 2008.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Superior 2018: notas estatísticas**, 2019.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Superior 2019: notas estatísticas**, 2020.

CAMPAGNONI, M.; PLATT NETO, O. A evolução dos indicadores de custo por aluno na Universidade Federal de Santa Catarina de 2002 a 2012 conforme metodologia do TCU. **Revista de Contabilidade da UFBA**, v. 9, n. 2, p. 1–16, 2013.

CHEN, R.-M.; SHIH, H.-F. Solving university course timetabling problems using constriction particle swarm optimization with local search. **Algorithms**, v. 6, n. 2, p. 227–244, 19 abr. 2013.

CHEN, W. C.; CHIEN, C. F. Measuring relative performance of wafer fabrication operations: A case study. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 22, n. 3, p. 447–457, 2011.

COX, R. F.; ISSA, R. R. A.; AHRENS, D. Management's perception of key performance indicators for construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 129, n. 2, p. 142–151, 2003.

CRUZ, F. DA et al. Aplicação da programação linear na resolução do problema de ensalamento. **Anais do EVINCI-UniBrasil**, p. 1615–1624, 2016.

DÍAZ, E. M. P. **Segregação de efluentes líquidos industriais: análise econômica através de decisão multicritério utilizando o método AHP - estudo de caso para o setor têxtil/acabamento de malhas-Minas Gerais**. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos): Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

DOMAN, M. S. A new lean paradigm in higher education: a case study. **Quality Assurance in Education**, v. 19, n. 3, p. 248–262, 2011.

DOMBROWSKI, U.; SCHMIDTCHEN, K.; EBENTREICH, D. Balanced key performance indicators in product development. **International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing**, v. 1, n. 1, p. 27–31, 2013.

DRAGOMIR, C.; SURUGIU, F. Implementing lean in a higher education university. **Constanta Maritime University's Annals**, 2018.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES, J. A. V. **Design science research: a method for science and technology advancement**. New York: Springer, 2015.

ELMOSELHY, S. A. M. Hybrid lean–agile manufacturing system technical facet, in automotive sector. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 32, n. 4, p. 598–619, out. 2013.

EVANGELISTA, C. S.; GROSSI, F. M.; BAGNO, R. B. Lean Office – escritório enxuto: estudo da aplicabilidade do conceito em uma empresa de transportes. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 5, n. 1, p. 462–471, 2013.

FABBRI, B. P. F. **Lean Healthcare: um levantamento de oportunidades de ganho em um hospital brasileiro**. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica): Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

GARZA-REYES, J. A. From measuring overall equipment effectiveness (OEE) to overall resource effectiveness (ORE). **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 21, n. 4, p. 506–527, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Edição ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.

GRONOVICZ, M. A. et al. Lean Office: methodology in a project management office. **Gestão & Conhecimento**, v. 1, n. June, p. 48–74, 2013.

GUIMARÃES, L. M. **Análise de eficiência de um centro cirúrgico hospitalar com abordagem do lean healthcare**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção): Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

HEVNER, A. et al. Design science in information systems research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75–105, jun. 2004.

HEVNER, A.; CHATTERJEE, S. **Design science research in information systems**. Boston, MA: Springer, 2010.

IBRAHIM, I.; YUSOFF, W. Z. W.; BILAL, K. Space management: a study on space usage level in higher education institutions. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 47, p. 1880–1887, 2012.

JAYARAM, J.; DAS, A.; NICOLAE, M. Looking beyond the obvious: unraveling the Toyota production system. **International Journal of Production Economics**, v. 128, n. 1, p. 280–291, nov. 2010.

JEONG, K. Y.; PHILLIPS, D. T. Operational efficiency and effectiveness measurement. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 21, n. 11, p. 1404–1416, 2001.

JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 19, n. 1, p. 55–78, 1999.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **The Balanced Scorecard: translating strategy into action**. 1ª Edição ed. Brighton, Massachusetts: Harvard Business Review Press, 1996.

KASIM, R.; NOR, H.; MASIRIN, M. I. M. Assessing space utilisation for teaching and learning facilities at the higher education institution: a case study of G3 building, Universiti Uun Hussein Onn Malaysia. **International Journal of Sustainable Development**, 2012.

KELLY, A. Review of global perspectives on higher education. **Education Review**, v. 24, p. 399–404, 2017.

KONDAKCI, Y.; BEDENLIER, S.; AYDIN, C. H. **Open and distance education in Asia, Africa and the Middle East**. Singapore: Springer Singapore, 2019.

LALESCU, L.; DIRR, V. **FET – Free Timetabling Software, 2020**. Disponível em: <<https://lalescu.ro/liviu/fet/>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

LEITÃO, S. P. Indicadores de desempenho na universidade: uma avaliação. **Revista de Administração Pública**, v. 21, n. 2, p. 55–72, 1987.

LEITÃO, S. P. Estrutura, cultura e desempenho organizacional na universidade. **Revista de Administração Pública**, v. 24, n. 1, p. 31–43, 1990.

LINDBERG, C. F. et al. Key performance indicators improve industrial performance. **Energy Procedia**, v. 75, p. 1785–1790, 2015.

LINDOSO, G. C. **Integração entre planejamento estratégico e orçamento como forma de otimizar recursos e criar valor para a organização: um estudo na Universidade Federal do Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção): Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

LJUNGBERG, Ö. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 18, n. 5, p. 495–507, 1998.

LOGENDRA, R. Space utilization in higher education: a case study in the Faculty of Arts, University of Colombo. 2015.

LOPES DE OLIVEIRA, R. Data Envelopment Analysis (DEA): a proposal for performance evaluation of university academic units. **Revista GUAL**, v. 7, n. 2, p. 130–151, 2014.

MAGALHÃES, E. A. et al. Apuração do custo por aluno do ensino de graduação da Universidade Federal de Viçosa. **XXXI Encontro da ANPAD**, p. 1–16, 2007.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision support systems**, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995.

MATHUR, A. et al. Performance measurement in automated manufacturing. **Measuring Business Excellence**, v. 15, n. 1, p. 77–91, 2011.

MCDONALD, D. Doing more with less: five trends in higher education design: just a few years ago we would strive to utilize a space during 60 percent of its usable hours; now we are asked to strive for 70 to 80 percent utilization. **Planning for Higher Education**, v. 42, n. 1, p. 1–6, 2013.

MELLO, J. C. C. B. S. DE et al. Curso de Análise de Envoltória de Dados. **XXXVII Simposio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, n. 27 a 30/09/05, p. 2520–2547, 2005.

MUGNAINI, R.; STREHL, L. Recuperação e impacto da produção científica na era Google: uma análise comparativa entre o Google Acadêmico e a Web of Science. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, p. 92–105, 2008.

NAKAJIMA, S. Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. **Productivity Press, Inc.**, p. 129, 1988.

NAO. Space management in higher education: a good practice guide. **National Audit Office (NAO)**, 1996.

NARAYANAMURTHY, G.; GURUMURTHY, A.; CHOCKALINGAM, R. Applying lean thinking in an educational institute – an action research. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 66, n. 5, p. 598–629, 2017.

NAZARIAN, E.; KO, J.; WANG, H. Design of multi-product manufacturing lines with the consideration of product change dependent inter-task times, reduced changeover and machine flexibility. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 29, n. 1, p. 35–46, jan. 2010.

NEELY, A. **Business performance measurement: theory and practice**. Cambridge, Massachusetts: Cambridge University Press, 2002.

NGADIMAN, Y.; HUSSIN, B. BIN; MAJID, A. Exploring overall equipment efficiency model of laboratory capital equipments in malaysian public universities. **International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**, p. 215–220, 2011.

OLIVEIRA, W. C. DE; ESTORÍLIO, C. Eficiência global dos equipamentos na indústria de bebidas : uma revisão da literatura. **Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**, v. IX, 2019.

OLIVEIRA, T. H.; HELLENO, A. L. Sistema de apoio à gestão da produção: indicadores de eficiência operacional – estudo de caso. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 33, p. 39–52, 2012.

OWOLABI, S. O. Mapping of school facilities. **Ibadan: Department of distance education**, 1995.

PARANJAPE, B.; ROSSITER, M.; PANTANO, V. Performance measurement systems: successes, failures and future – a review. **Measuring Business Excellence**, v. 10, n. 3, p. 4–14, 2006.

PART, R. C. Performance measurement and management for manufacturing SMEs: a financial statement-based system. **Measuring Business Excellence**, v. 21, n. 1, p. 1–5, 2010.

PEFFERS, K. et al. A design science research methodology for information systems research. **Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007.

PERENTELLI, N. D. **Aplicação da análise envoltória de dados no estudo da eficiência econômico-financeira da indústria siderúrgica brasileira dos anos 2004 e 2005**. Dissertação (Mestrado em Administração): Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2007.

PERERA, S.; PERERA, C. Performance measurement system for a lean manufacturing setting. **Measuring Business Excellence**, v. 23, n. 3, p. 240–252, 2019.

PSOMAS, E.; KAFETZOPOULOS, D. Performance measures of ISO 9001 certified and non-certified manufacturing companies. **Benchmarking**, v. 21, n. 5, p. 756–774, 2014.

RAHMAN, M. S. A. et al. Space utilization model for higher education institutions. **Jurnal Teknologi**, v. 75, n. 10, p. 163–170, 2015.

RAKAR, A.; ZORZUT, S.; JOVAN, V. Assesment of production performance by means of KPI. **Proceedings of the Control**, p. 6–9, 2004.

RAMOS, M. B.; MÁXIMO, R.; ORLANDO FILHO, O. Avaliação de desempenho de uma universidade do Sul: uma meta-avaliação. **Revista Meta: Avaliação**, v. 8, p. 136, 2016.

REINERT, J. N.; REINERT, C. Método ABCd - Universidade para apuração de custos de ensino em Instituições Federais de Ensino Superior. **IX Congresso Internacional de Custos**, p. 115–125, 2004.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: Books, McGraw-Hill/Makron, 1991.

SAHOO, R. K. et al. Automatic generation and optimization of course timetable using a hybrid approach. **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**, v. 95, n. 1, p. 68–77, 2017.

SAMPAIO, N. A. DE S. et al. Estratégia de manutenção baseada em funções de confiabilidade para uma evacuadora jumbo. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 5, p. 1827–1837, 2018.

SANGWA, N. R.; SANGWAN, K. S. Development of an integrated performance measurement framework for lean organizations. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 29, n. 1, p. 41–84, 2018.

SARIN, S. C.; WANG, Y.; VARADARAJAN, A. A university-timetabling problem and its solution using Benders' partitioning—a case study. **Journal of Scheduling**, v. 13, n. 2, p. 131–141, 17 abr. 2010.

SAYUTI, M. et al. Analysis of the overall equipment effectiveness (OEE) to minimize six big losses of pulp machine: a case study in pulp and paper industries. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 536, n. 1, 2019.

SCHEV. Space utilization and comparison report. **State Council of Higher Education for Virginia**, 2004.

SHAHIN, A.; MAHBOD, M. A. Prioritization of key performance indicators: an integration of analytical hierarchy process and goal setting. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 56, n. 3, p. 226–240, 2007.

SILVA, A. F. et al. **Aplicação de princípios Lean Manufacturing com ênfase no TPM em uma linha de produção fabril**. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Engenharia de Produção Lean Manufacturing): Instituto de Desenvolvimento da Amazônia, Manaus, 2017.

SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ª Edição ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

SIMÕES, J. M.; GOMES, C. F.; YASIN, M. M. A literature review of maintenance performance measurement: a conceptual framework and directions for future research. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2011.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial (3rd Ed.)**. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

SOUZA, T. A. **Lean Healthcare: aplicação dos conceitos de gestão de operações em centros cirúrgicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas): Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2015.

SSEMPEBWA, J. Evaluating the utilisation of resources in higher education institutions: The case of teaching space at a ugandan university. **Evaluation**, v. 17, n. 3, p. 247–259, 2011.

SSEMPEBWA, J.; OWOLABI, S. O.; BAKKABULINDI, F. E. K. Suboptimal utilisation of resources in sub-saharan african higher education institutions : the case of teaching space at Makerere University. **Journal of Science & Sustainable Development**, v. 5, p. 13–28, 2012.

SUNDER M, V.; ANTONY, J. A conceptual Lean Six Sigma framework for quality excellence in higher education institutions. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 35, n. 4, p. 857–874, 2018.

TEFMA. Space planning guidelines. **Tertiary Education Facilities Management Association (TEFMA)**, v. 3, abr. 2009.

THOMAS, A. J. et al. A comparative study of Lean implementation in higher and further education institutions in the UK. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 32, n. 9, p. 982–996, 2015.

TURATI, R. DE C. **Aplicação do Lean Office no setor administrativo público**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção): Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

VALMORBIDA, S. M. I. **Avaliação de desempenho como instrumento de apoio ao gerenciamento da diretoria de planejamento e administração de uma universidade pública federal: uma perspectiva multicritério**. Dissertação (Mestrado em Contabilidade): Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

VELÁSQUEZ, P. C. M.; CABRERA, J. P. O.; GONZÁLEZ, C. A. G. Methodology to determine the installed capacity of an academic program. **Estudios Gerenciales**, v. 27, n. 121, p. 143–158, set. 2011.

VELIMIROVIĆ, D.; VELIMIROVIĆ, M.; STANKOVIĆ, R. Role and importance of key performance indicators measurement. **Serbian Journal of Management**, v. 6, n. 1, p. 63–72, 2011.

VENKATESH, J. An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM). **The plant maintenance resource center**, p. 3–20, maio 2007.

VIJAYA SUNDER, M. Lean Six Sigma in higher education institutions. **International Journal of Quality and Service Sciences**, v. 8, n. 2, p. 159–178, 2016.

YLIPÄÄ, T. et al. Identification of maintenance improvement potential using OEE assessment. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 66, n. 1, p. 126–143, 2017.

ZAREBA, M.; SCHUH, A.; CAMELIO, J. A. Accelerated problem solving sessions in university laboratory settings. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 24, n. 3, p. 517–526, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – artigo aprovado e apresentado em congresso sobre OEE



Eficiência global dos equipamentos na indústria de bebidas: uma revisão da literatura

Willian Carneiro de Oliveira¹ e Carla Cristina Amódio Estorilio¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, PR

Resumo: As rápidas mudanças no cenário econômico apontam para a necessidade das empresas se preocuparem com a melhoria contínua dos seus processos, tornando essa questão um ponto vital dentro de qualquer indústria. Sendo assim, as empresas vêm buscando meios que permitam identificar os pontos de perdas de produtividade e qualidade, reduzindo, desta forma, os custos de produção. A metodologia “*Lean Manufacturing*” cumpre essa função através da análise de vários tipos de desperdícios, os quais são visíveis através dos tempos de setup de máquinas, interrupções da produção, gargalos na linha produtiva, qualidade do produto e outros. Para mensurar o desempenho das máquinas e, conseqüentemente, do processo fabril, tem-se o indicador denominado como OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), o qual é resultante da multiplicação de três indicadores: disponibilidade do equipamento, desempenho do processo e qualidade do produto. Esse artigo apresenta uma revisão da literatura visando compreender o estado da arte da avaliação da eficiência do processo fabril das indústrias de bebidas. São analisados os principais autores que discutem o tema, os países que mais publicam e o foco dos estudos que visam melhorar o OEE. Apesar da quantidade de publicações ser pequena no cenário internacional, é possível verificar um aumento de interesse sobre o tema, especialmente nos últimos anos.

Palavras-chave: OEE, Indústria de Bebidas, Desempenho, Disponibilidade, Qualidade.

Overall Equipment Effectiveness in the beverage industry: a literature review

Abstract: *Rapid changes in the economic landscape point to the need for companies to worry about continually improving their processes, making this a vital point within any industry. Thus, companies have been looking for ways to identify the points of productivity and quality losses, thus reducing production costs. The Lean Manufacturing methodology fulfills this function by analyzing various types of waste, which are visible through machine setup times, production interruptions, production line bottlenecks, product quality and others. To measure the performance of machines and, consequently, of the manufacturing process, we have an indicator called OEE (Overall Equipment Effectiveness), which results from the multiplication of three indicators: equipment availability, process performance and product quality. This article presents a review of the literature aiming to understand the state of the art of the process efficiency evaluation of the beverage industries. The main authors discussing the theme, the countries that publish the most and the focus of studies aimed at improving the OEE are analyzed. Although the number of publications is small in the international scenario, it is possible to see an increase of interest on the subject, especially in recent years.*

Key-words: *OEE, Beverage Industry, Performance, Availability, Quality.*

1. Introdução

Para que uma empresa seja competitiva no ritmo acelerado da era industrial, é crucial garantir que os recursos de operações com valor agregado sejam cuidadosamente determinados e que seus resultados sejam observados e avaliados de maneira distinta (GÓLCHER-BARGUIL; NADEEM; GARZA-REYES, 2019). Reduzir o desperdício, melhorar o

tempo de atividade do equipamento e otimizar a qualidade do produto são três métricas importantes para as empresas de manufatura (JIN et al., 2016).

Atualmente, o setor de alimentos e bebidas é caracterizado por sistemas automatizados de fabricação de linhas de fluxo, que são várias máquinas trabalhando em sequência, relacionadas a vários sistemas de transporte (ZENARO et al., 2018). Em sistemas de produção contínua, a alta produtividade através da distribuição adequada dos recursos e procedimentos operacionais adequados se torna uma prioridade (CASTRO; ARAUJO, 2012).

Desta forma, torna-se necessário utilizar um indicador para realizar a gestão da performance industrial. A eficácia geral do equipamento (OEE) é uma métrica quantitativa que tem sido cada vez mais usada em sistemas de manufatura para controlar e monitorar a produtividade dos equipamentos de produção e também como indicador e condutor de melhorias de processo e desempenho (TSAROUHAS, 2013). Segundo Mohammad e Aggarwal (2016), o OEE é um dos melhores indicadores de desempenho no sistema de produção em linha e, além disso, é simples e claro e demonstra excelente desempenho na análise e avaliação da eficiência do equipamento (HE et al., 2018). Este indicador é a combinação de três indicadores como disponibilidade, desempenho e qualidade (BATTINI et al., 2015), conforme ilustrado na Figura 1.

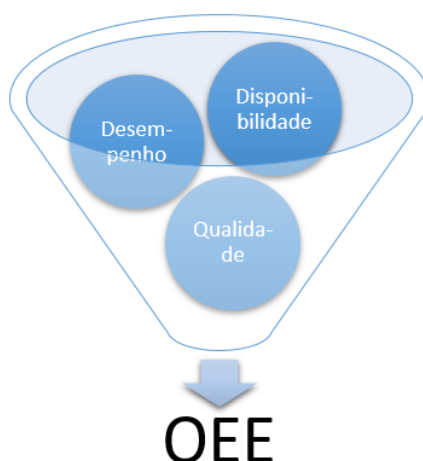


Figura 1 – Indicadores que compõe o OEE

Os indicadores são a representação racional, objetiva e quantitativa do desempenho, utilizada pelos gestores visando o alcance das metas operacionais e estratégicas definidas pelas empresas. São úteis ao permitir enxergar os pontos falhos e a análise das possíveis causas dos problemas responsáveis pelos resultados indesejados, apontando onde e quais as melhorias devem ser realizadas (CAVALCANTE RAPOSO, 2008). De acordo com Cheng (2018), a coleta de dados do local de produção é essencial para o monitoramento em tempo real das condições de produção.

Para a evolução do OEE, o foco pode ser nos parâmetros de disponibilidade e desempenho. Nesse caso, por exemplo, uma estratégia de manutenção bem-sucedida pode ajudar a obter maior produtividade, menos paradas e maior segurança (BATAINEH et al., 2019). É possível também que a melhoria possa ser realizada no parâmetro de qualidade, uma vez que este fator é crítico dentro da indústria de bebidas, já que são produtos destinados ao consumo. Assim, várias tecnologias podem ser aplicadas para minimizar a chance de produção e distribuição de itens inseguros ou de baixa qualidade (CHEN et al., 2018). Uma vez que a

melhoria da performance industrial é um desafio constante no ambiente industrial, as empresas estão sempre buscando melhorias nos processos, seja através da análise dos seus fluxos ou até mesmo com a compra de novos equipamentos. Zennaro et al. (2018) citam que, atualmente, muitas empresas investem grande parte de seu capital comprando novas máquinas para aumentar a produção ou garantir 100% da produção. Porém, comprar o equipamento mais recente não é a solução, a menos que seja totalmente utilizado, pois o importante é utilizar o máximo possível e com total eficiência o equipamento que a empresa já possui.

Na questão das análises do fluxo de produção, podemos citar o estudo de Cheng (2018), que propôs a criação de um dispositivo para avaliar micro paradas nos equipamentos. Nesta mesma linha de pesquisa, Battini et al. (2015) e Zennaro et al. (2018) também apresentam análises nos tempos de micro paradas para melhorar a performance do processo produtivo.

Entretanto, ainda não há uma análise estruturada sobre de que forma os estudos para a melhoria de performance na indústria de bebidas estão fundamentados, ou seja, quais as principais estratégias adotadas, em qual região do mundo o assunto está sendo mais estudado e se este é um tema que está em foco nas pesquisas científicas. Sendo assim, este estudo apresenta uma revisão da literatura visando compreender o estado da arte da avaliação da eficiência do processo fabril das indústrias de bebidas. Para esta análise, são consultadas duas bases de dados: os periódicos do Portal da CAPES e a base do *Google Scholar*. Inicialmente, será realizada uma busca com a palavra “OEE” no Portal da CAPES, a fim de identificar a quantidade de estudos realizados e, também, avaliar se este é um assunto que apresenta uma tendência crescente de relevância no meio científico. Em seguida, os termos “OEE” e “*Beverage Industry*” serão utilizados como palavras-chave nas buscas dos dois portais. Todos os resultados serão analisados, tabulados e os artigos mais relevantes serão lidos na íntegra, identificando os pontos de maior relevância, que terão os resultados apresentados no item 4. Os critérios para os recortes utilizados nas análises dos portais, bem como os resultados obtidos com estes, estarão descritos no decorrer desse trabalho.

2. O OEE – Eficiência Global do Equipamento

Segundo Nakajima (1989), conforme citado por Andersson e Bellgran (2016), “a eficácia geral do equipamento (OEE) é uma parte importante do conceito TPM – Total Productive Maintenance”. O objetivo do TPM é obter zero avaria e zero defeitos relacionados ao equipamento (MUCHIRI; PINTELON, 2008).

O OEE é uma métrica geral simples e clara, e os gerentes apreciam essa métrica agregada em vez de muitas métricas detalhadas (DE RON; ROODA, 2006). O índice ideal de OEE deve ser de 85%, e para isto é necessário que os valores de cada índice sejam: Disponibilidade = 90%, Desempenho = 95% e Qualidade = 99% (Levitt, 1996 apud TSAROUHAS, 2013). Uma empresa com um OEE de 85% é considerada com performance de classe mundial (Blanchard 1997, McKone et al. 1999 apud TSAROUHAS, 2013).

O OEE é calculado através da multiplicação dos seus três parâmetros, conforme apresentado na Figura 1. Assim, a equação é: $OEE = \text{disponibilidade} \times \text{desempenho} \times \text{qualidade}$.

Conforme Nakajima (1989), citado por Andersson e Bellgran (2016), os fatores que compõem o OEE podem ser representados de forma gráfica, conforme Figura 2. Assim, é possível

verificar que interrupções e perdas de qualidade impactam, de forma direta, o cálculo do OEE.

		TEMPO TOTAL				
OEE = disponibilidade x desempenho x qualidade	Disponibilidade = $T2/T1$	T1	TEMPO PROGRAMADO		Tempo sem produção planejada	
		T2	TEMPO PRODUZINDO	PERDA DE DISPONIBILIDADE quebra de máquina, setup, etc.		
	Desempenho = $P2/P1$	P1	PRODUÇÃO TEÓRICA			Tempo sem produção alocada (por exemplo, fábrica fechada)
		P2	PRODUÇÃO REAL	PERDA DE DESEMPENHO micro paradas, redução de velocidade da linha, etc.		
	Qualidade = $Q2/Q1$	Q1	PEÇAS BOAS + RUINS			
		Q2	PEÇAS BOAS	PERDA DE QUALIDADE produtos não conforme, perdas de partida de linha, etc.		

Figura 2 – Definição e cálculo do OEE

O OEE pode apontar para capacidade oculta em um processo de fabricação e levar a um fluxo equilibrado (MUCHIRI; PINTELON, 2008). Isto significa que a correta análise de todos os fatores que impactam o OEE irá categorizá-los e gerar, assim, uma base de dados robusta para definir a prioridade das tarefas e, além disso, conduzir para a identificação da causa raiz dos problemas. Andersson e Bellgran (2016) reforçam este ponto e falam que o OEE é tradicionalmente usado como uma medida operacional, mas também pode ser usado como um indicador das atividades de melhoria de processo dentro de um contexto de produção.

Além disso, o OEE é um indicador que pode possuir variação cada vez que for medido, em função das variações nos processos industriais. Um verdadeiro desafio dentro da indústria é alcançar um nível de desempenho estável e robusto, indicado por um OEE estável (ANDERSSON; BELLGRAN, 2016).

3. Metodologia

Conforme apresentado na introdução, este artigo trata de uma revisão da literatura com o intuito de levantar o “estado da arte” das pesquisas relacionadas ao controle e melhoria de desempenho da indústria de bebidas, mais especificamente em estudos que utilizam a eficiência global dos equipamentos (OEE) como base para a medição do desempenho industrial e direcionamento para suas melhorias.

Foi realizada uma busca de artigos com a palavra-chave “OEE” no portal da CAPES, com o intuito de identificar a quantidade de estudos publicados sobre o tema, bem como avaliar as



publicações ano a ano, a fim de descobrir se há um aumento de interesse sobre o tema. Este foi o primeiro passo da metodologia utilizada. Todos os passos utilizados na metodologia podem ser consultados no Quadro 1:

Passos	O que fazer	Descrição
1	Buscar relevância do tema na área científica	Buscar o termo "OEE" no portal da CAPES
2	Realizar busca sobre OEE na indústria de bebidas	Buscar o termo "OEE" e "beverage industry" no portal da CAPES e <i>Google Scholar</i>
3	Realizar os recortes necessários	Utilizar os recortes disponíveis nas ferramentas para identificar material relevante sobre o tema
4	Realizar uma análise sistêmica sobre os dados encontrados	Correlacionar todos os dados identificados, buscando por tendências de estudo, local geográfico, pesquisadores, etc.

Fonte: O autor

Quadro 1- Metodologia utilizada para a revisão da literatura

O Portal de Periódicos da CAPES foi utilizado como principal ferramenta de busca dos estudos. Segundo o próprio site, em consulta realizada em agosto de 2019, o portal "é uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza a instituições de ensino e pesquisa no Brasil o melhor da produção científica internacional. Ele conta com um acervo de mais de 45 mil títulos com texto completo, 130 bases referenciais, 12 bases dedicadas exclusivamente a patentes, além de livros, enciclopédias e obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual" (CAPES, 2019). Como exemplos das bases referenciais temos: *Scopus*, *Web of Science*, *Science Express* e diversas outras de grande relevância no meio científico.

Com o objetivo de aumentar a quantidade de resultados nas pesquisas, também foi utilizada a plataforma acadêmica do Google. Segundo Mugnaini e Strehl (2008), o Google Acadêmico (GA) já tem sido utilizado por diversos pesquisadores para recuperação de publicações científicas. Segundo estes autores, o GA é "um dos motores de busca mais utilizados mundialmente...".

Foi realizada uma análise ano a ano da quantidade de publicações no período entre 2010 e 2019, tanto no Portal da CAPES quanto no GA, com o objetivo de identificar alguma tendência no volume de estudos sobre o tema. É importante ressaltar que o resultado do ano de 2019 é acumulado até o mês de agosto e, assim, é um resultado parcial.

Para as pesquisas realizadas nos periódicos do Portal da CAPES, é possível realizar um filtro para mostrar apenas artigos, descartando os demais resultados. Para o GA, o mesmo filtro não está disponível e, neste caso, a análise das publicações foi realizada ordenando-as por ordem de relevância, com a análise dos cem primeiros resultados apresentados. Além disso, todas as buscas foram realizadas com os termos em inglês, uma vez que este é o idioma oficial utilizado pelas principais revistas.

Após identificar os principais artigos relacionados ao tema de pesquisa, o primeiro recorte será através da leitura dos títulos destes. Em seguida, com esta base de artigos atualizada, os resumos serão lidos, com o objetivo de avaliar se o estudo apresentado está aderente à área de pesquisa desejada. E, por fim, após esta nova relação de artigos, todos serão lidos na íntegra, levantando os principais pontos para compor a tabela de análise, permitindo identificar tendências nos estudos realizados.

Os pontos que deverão ser identificados em cada artigo são:

- Quem são os autores;
- Em qual país foi publicado o estudo;
- Em qual periódico foi publicado;
- Quais as palavras-chave foram utilizadas;
- Qual o método para coleta dos dados;
- Qual ferramenta de análise foi utilizada;
- Quais bases teóricas foram utilizadas para fundamentar o OEE;
- Qual foi o foco do estudo, considerando os indicadores do OEE.

4. Análise da literatura sobre OEE na indústria de bebidas

De acordo com os procedimentos metodológicos adotados para a realização do “estado da arte” da aplicação da medição da eficiência global dos equipamentos nas indústrias de bebidas, foi possível identificar que este é um tema atual e que está com uma tendência crescente no ramo de pesquisas científicas. Assim, os resultados serão apresentados de acordo com os passos descritos no Quadro 1.

4.1 Relevância do tema na área científica

Para identificar a relevância do indicador OEE nas pesquisas científicas, este termo foi utilizado como busca no portal de periódicos da CAPES. Inicialmente, esta busca retornou 17.575 resultados, porém, foi realizado um recorte por resultados que sejam somente artigos. Desta forma, o número de publicações sobre o tema foi para 10.073, distribuídos conforme apresentado na Figura 3. Como pode-se perceber, o interesse pelo assunto é crescente, sendo que em 2018 foi o recorde de publicações sobre o tema.

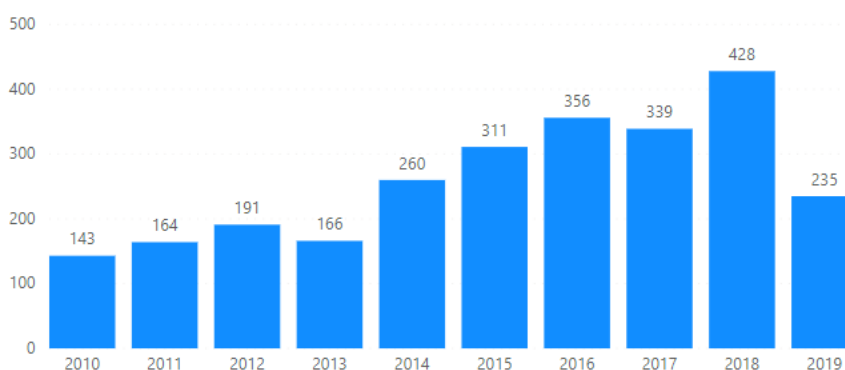


Figura 3 – Publicações sobre OEE no Portal da CAPES

4.2 A medição da eficiência global dos equipamentos na indústria de bebidas

O próximo passo do estudo é avaliar como o OEE está sendo estudado na indústria de bebidas. Assim, os termos “OEE” e “*beverage industry*” foram utilizados como buscadores no portal de periódicos da CAPES.

Com estes termos de busca, foram apresentados 214 estudos sobre o tema sendo que, ao utilizar o recorte de apresentar somente artigos, este número reduziu consideravelmente, indo para 51 publicações. Ainda assim, como pode ser visto na Figura 4, há uma tendência

de crescimento sobre o número de publicações, o que indica que o tema está se tornando mais relevante na indústria de bebidas. Importante destacar que a quantidade de publicações nos últimos três anos já representa mais de 43% de todos os estudos desde 2010.

Além da busca no portal da CAPES, os mesmos termos foram utilizados para busca no Google Acadêmico. Neste último, a quantidade total de estudos sobre o tema foi de aproximadamente 1.090. Da mesma forma que na última busca, foi realizada uma análise por ano e, novamente, a tendência de crescimento de estudos sobre o tema se comprova com, outra vez, 2018 sendo o ano com o maior número de publicações sobre OEE na indústria de bebidas. Estes resultados são mostrados na Figura 5.

Assim, até o momento, temos o resultado de buscas em dois locais, o Portal da CAPES e o Google Acadêmico que apresentaram, respectivamente, 51 e 1.090 publicações. Dos estudos apresentados pelo portal da CAPES, o título de todos os artigos foi lido e, assim, dos 51 inicialmente selecionados, restaram 25 com o título aderente à análise desejada. O mesmo foi feito com os documentos do GA, ordenando os resultados encontrados por relevância e, após a leitura dos cem primeiros títulos, foram selecionados 16 artigos.

Na sequência, o resumo dos 25 artigos do portal da CAPES e as 16 publicações do GA foi lido para, novamente, identificar se o estudo estava aderente ao que se desejava buscar, ou seja, à aplicação do indicador OEE na indústria de bebidas. Após esta leitura, ao total, foram selecionados 15 artigos, sendo 11 do portal da CAPES e 4 do GA.

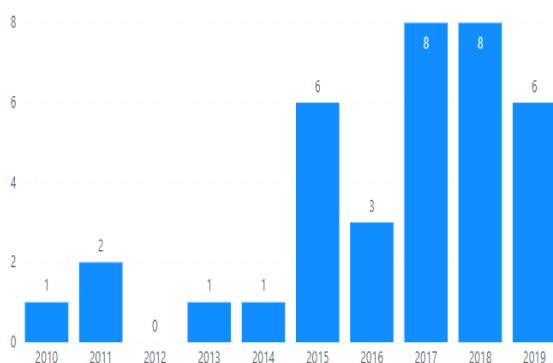


Figura 4 – Publicações sobre OEE na indústria de bebidas no Portal da CAPES

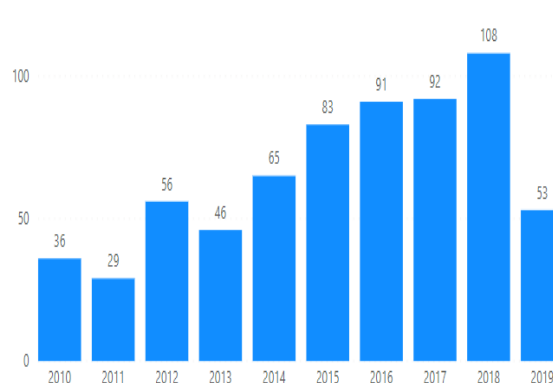


Figura 5 – Publicações sobre OEE na indústria de bebidas no Google Acadêmico

4.3 Tendências identificadas nos estudos de OEE na indústria de bebidas

Após a leitura de todos os artigos, foi possível criar uma tabela para preencher todos os pontos necessários para a análise. Uma primeira conclusão importante desta análise é que não há uma concentração de variáveis nestes estudos, ou seja, cada estudo é praticamente único. Se tomarmos como exemplo quem são os autores dos artigos, percebe-se que nenhum autor se repete nos artigos analisados; e o mesmo vale para o periódico onde foi publicado o estudo. A apresentação destas informações pode ser vista no Quadro 2.


IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 04 a 06 de dezembro de 2019

Título	Autor	Periódico
<i>A new fuzzy logic-based metric to measure lean warehousing performance</i>	Nicolás Buonamico	<i>Supply Chain Forum</i>
<i>A novel approach of information visualization for machine operation states in industrial 4.0</i>	Chen-Yang Cheng	<i>Computers & Industrial Engineering</i>
<i>A sequential TPM-based scheme for improving production effectiveness presented with a case study</i>	Omar Bataineh	<i>Journal of Quality in Maintenance Engineering</i>
<i>Basis for the model-driven engineering of manufacturing execution systems: Modeling elements in the domain of beer brewing</i>	Xinyu Chen	<i>Computers in Industry</i>
<i>Downtime Analysis as a tool to improve efficiency in automated production lines: A bottle plant case study</i>	Battini D.	<i>Industrial Systems Engineering Downtime</i>
<i>Evaluation of overall equipment effectiveness in the beverage industry: A case study</i>	Panagiotis H. Tsarouhas	<i>International Journal of Production Research</i>
<i>Implementing Information Technologies and Operational Excellence: Planning, emergence and randomness in the survival of adaptive manufacturing systems</i>	Antonio Sartal	<i>Journal of Manufacturing Systems</i>
<i>Measuring operational excellence: an operational excellence profitability (OEP) approach</i>	Luis Alejandro Gólcher-Barguil	<i>Production Planning & Control</i>
<i>Micro downtime: Data collection, analysis and impact on OEE in bottling lines the San Benedetto case study</i>	Ilenia Zennaro	<i>International Journal of Quality and Reliability Management</i>
<i>Model for improvement of overall equipment effectiveness of beerfilling lines</i>	Fei He	<i>Advances in Mechanical Engineering</i>
<i>OEE Evaluation of Long Life Food Product Line</i>	Zafar Mohammad	<i>International Journal of Emerging Technology & Research</i>
<i>Overall Equipment Effectiveness : Application in a Company in the Drinks Manaus Industrial Sector</i>	Cristiane de Fátima Cavalcante Raposo	<i>Revista Produção Online</i>
<i>Present Status and Future Growth of Advanced Maintenance Technology and Strategy in US Manufacturing</i>	Xiaoning Jin	<i>International Journal of Prognostics and Health management</i>
<i>Proposal for OEE (Overall Equipment Effectiveness) Indicator Deployment in a Beverage Plant</i>	Fabiana Pereira Castro	<i>Brazilian Journal of Operations & Production Management</i>
<i>Proposing a Holistic Physical Asset Management Strategy to Implement in Food and Beverage Industries in South Africa</i>	M.A. van Heerden	<i>Food Science and Quality Management</i>

Fonte: O autor

Quadro 2 – Títulos dos artigos, autores e periódicos que foram publicados

Ao olhar para os países de publicação, existem dois artigos no Brasil e dois na Itália e, após, cada país possui apenas uma publicação. Conforme ilustrado na Figura 6, é possível perceber que não há uma região de concentração da publicação, ou, em outras palavras, vários países, de forma isolada, estão estudando o tema.



Figura 6 – Países que publicaram sobre o OEE na indústria de bebidas

Em relação às palavras-chave utilizadas nos estudos, nos 15 artigos analisados, foram utilizadas 70 palavras-chave. A palavra que apareceu com maior frequência foi “*Overall equipment effectiveness*”, com 6 ocorrências. Ao buscarmos algo que mostre uma tendência nos estudos, é possível perceber que os termos “*downtime analysis*” (tempo de parada), “*micro downtime*” (micro paradas) e “*operational excellence*” (excelência operacional) se repetiram duas vezes, o que indica uma maior preocupação com as interrupções das máquinas, mesmo sendo paradas de curta duração, e também com a qualidade operacional, o que também indica uma preocupação com a qualidade.

Os métodos de coleta de dados nos artigos analisados variaram entre quatro tipos: dados reais, observação, simulação de cenário e questionários. A grande maioria dos artigos (57%), utilizaram dados reais em seus estudos, o que demonstra que as indústrias de bebidas já utilizam ou tem plena capacidade de começar a utilizar o OEE como indicador de eficiência dos seus processos. Em relação ao método de análise, nove artigos apresentaram um modelo de ações sequenciais quando abordaram o OEE e, desta forma, mostram que o processo para medição ou até mesmo evolução deste indicador pode ser atingida através de um plano de ação estruturado.

Quanto às ferramentas de análise, é possível verificar que são aplicadas diversas estratégias, porém, uma se destaca em relação às outras. Utilizada por mais de 25% dos artigos analisados, a análise de MTBF (mean time between failures) e MTTR (mean time to repair) se mostra como a maior ferramenta de análise quando se estuda o OEE dentro da indústria de bebidas. Mohammad e Aggarwal (2016) apresenta um conceito para estes dois indicadores, onde o MTBF é o tempo médio entre falhas e é definido como o tempo médio em que a máquina/linha funciona sem grandes avarias. Já o MTTR é o tempo médio para reparo e é

definido como o tempo médio necessário para iniciar uma máquina em avaria. A repetição destes termos dentro das ferramentas de análise indica uma preocupação com a manutenção dos equipamentos.

Quando é tratado o OEE na indústria de bebidas, nos 15 artigos analisados, os autores se utilizaram das mais variadas referências para tratar este tema, onde os que foram citados mais de duas vezes estão apresentados na Figura 7. Foram, ao todo, 89 artigos citados para fundamentar esse tema. Neste cenário, se destacam De Ron e Rooda (2006) e Muchiri e Pintelon (2008) onde, cada um, foi citado quatro vezes. Quando olhamos pelo prisma cronológico, é possível verificar, através da Figura 8, que grande parte das citações foram feitas com estudos desenvolvidos na última década, o que mostra que o OEE é um tema atual.

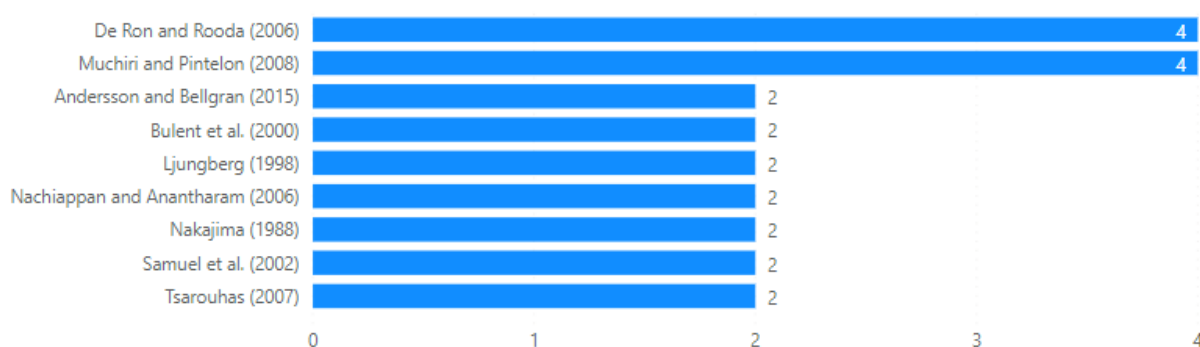


Figura 7 – Autores mais citados para fundamentar o OEE nos artigos avaliados

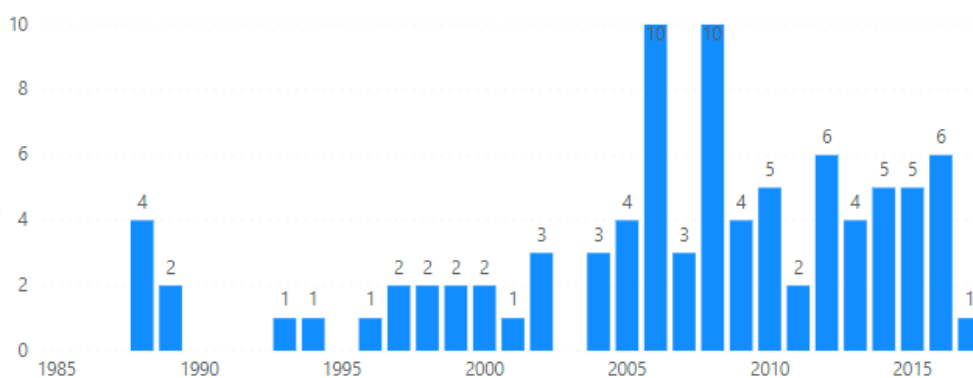


Figura 8 – Ano de publicação dos artigos dos autores citados

Por fim, foi identificado qual o pilar do indicador de eficiência global dos equipamentos é mais utilizado. Com a leitura dos artigos selecionados, foi identificado que 33% destes foram realizados com o foco nos três indicadores (disponibilidade, desempenho e qualidade), ou seja, de que forma cada um influencia no processo produtivo. Em segundo lugar, estão os estudos que focam em desempenho, que representam 27% do total de artigos. Um dado interessante oriundo dessa pesquisa é que dois artigos foram feitos com o foco financeiro, o que quer dizer que o OEE, além de permitir a mensuração da eficiência global dos equipamentos, também serve como um importante dado de entrada para mensurar o impacto financeiro no processo.

5. Conclusão

Embora muitas indústrias de alimentos e bebidas se esforcem para melhorar continuamente as operações, fatores externos estão pressionando a indústria para maximizar a capacidade de produção, melhorar a qualidade do produto e alinhar ativos à dinâmica do mercado (VAN HEERDEN; VLOK, 2015). Neste sentido, este artigo contribuiu para mostrar como o principal indicador de eficiência, o OEE, está sendo utilizado e discutido no cenário mundial, em especial, nas indústrias de bebidas.

A revisão da literatura mostrou que o interesse sobre o tema de eficácia geral dos equipamentos está crescendo nos últimos anos e este mesmo comportamento está inserido dentro da indústria de bebidas, tanto que 2018 foi o ano com maior número de publicações desde 2010.

Diversos estudos já foram realizados sobre o tema, nas mais diversas regiões do planeta. Quando se avalia o número de publicações por país, vemos que o Brasil e a Itália já possuem dois estudos cada sendo que, nos demais, há apenas um artigo sobre o assunto. Quando se avalia os autores que estudaram o assunto, não é possível identificar uma tendência, visto que cada autor publicou apenas um artigo sobre o tema. No entanto, ao se verificar as fontes utilizadas para falar sobre OEE nos artigos avaliados, há uma concentração sobre De Ron e Rooda (2006) e Muchiri e Pintelon (2008), com quatro citações cada.

A maioria dos estudos indicam que o maior foco de análise ainda são os três parâmetros que compõe o OEE: disponibilidade, desempenho e qualidade. Identificou-se que este indicador é bastante versátil e que existem, inclusive, estudos realizados com base neste indicador para realizar a análise do impacto financeiro.

De forma geral, é possível concluir que os estudos sobre OEE na indústria de bebidas está com foco na melhoria do desempenho resultante da manutenção dos equipamentos, uma vez que mais de 25% dos artigos analisados utilizam os indicadores MTBF e MTTR quando se faz a análise da eficiência global em um ambiente fabril. Além disso, com a análise das palavras-chave utilizadas, as que mais se repetem se referem às interrupções nos equipamentos. Nesse sentido, um passo importante para a indústria é passar de um paradigma de falha e correção para um paradigma preditivo e proativo (JIN et al., 2016). Sugere-se pesquisas futuras no tema eficiência global na indústria de bebidas com a correlação das práticas adotadas por indústria em geral, verificando o que está sendo aplicado e, assim, indicar um horizonte para o aumento da disponibilidade, desempenho e qualidade nos processos produtivos de bebidas, não se limitando apenas ao indicador OEE, mas sim, visualizando os caminhos principais que conduzem ao aumento de desempenho da unidade fabril.

Referências

ANDERSSON, C.; BELLGRAN, M. Combining Overall Equipment Efficiency (OEE) and Productivity Measures as Drivers for Production Improvements Combining Overall equipment Efficiency (OEE) and productivity measures as drivers for production improvements. Swedish Production Symposium 2011, p. 20–29, 2016.

BATAINEH, O. et al. A sequential TPM-based scheme for improving production effectiveness presented with a case study. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 25, n. 1, p. 144–161, 2019.



- BATTINI, D. et al. Downtime Analysis as a tool to improve efficiency in automated production lines: A bottle plant case study. XX Summer School “Francesco Turco” - Industrial Systems Engineering Downtime, p. 162–170, 2015.
- CAPES, Portal de Periódicos. Missão e Objetivos. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pcontent&view=pcontent&alias=missao-objetivos&Itemid=109> Acesso em: 25 ago. 2019.
- CASTRO, F. P.; ARAUJO, F. O. DE. Proposal for OEE (Overall Equipment Effectiveness) Indicator Deployment in a Beverage Plant. Brazilian Journal of Operations & Production Management, v. 9, n. 1, p. 71–84, 2012.
- CAVALCANTE RAPOSO, C. Overall Equipment Effectiveness : Application in a Company in the Drinks Manaus Industrial Sector. Revista Produção Online, p. 648–667, 2008.
- CHEN, X. et al. Basis for the model-driven engineering of manufacturing execution systems: Modeling elements in the domain of beer brewing. Computers in Industry, v. 101, n. July, p. 127–137, 2018.
- CHENG, C.-Y. A novel approach of information visualization for machine operation states in industrial 4.0. Computers & Industrial Engineering, v. 125, n. May, p. 563–573, nov. 2018.
- DE RON, A. J.; ROODA, J. E. OEE and equipment effectiveness: An evaluation. International Journal of Production Research, v. 44, n. 23, p. 4987–5003, 2006.
- GÓLCHER-BARGUIL, L. A.; NADEEM, S. P.; GARZA-REYES, J. A. Measuring operational excellence: an operational excellence profitability (OEP) approach. Production Planning and Control, v. 30, n. 8, p. 682–698, 2019.
- HE, F. et al. Model for improvement of overall equipment effectiveness of beerfilling lines. Advances in Mechanical Engineering, v. 10, n. 8, p. 1–20, 2018.
- JIN, X. et al. Present Status and Future Growth of Advanced Maintenance Technology and Strategy in US Manufacturing. International journal of prognostics and health management, v. 7, n. Spec Iss on Smart Manufacturing PHM, p. 012, 2016.
- MOHAMMAD, Z.; AGGARWAL, G. OEE Evaluation of Long Life Food Product Line. International Journal Of Emerging Technology & Research, v. 4, n. 8, p. 61–66, 2016.
- MUCHIRI, P.; PINTELON, L. Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion. International Journal of Production Research, v. 46, n. 13, p. 3517–3535, 2008.
- MUGNAINI, R.; STREHL, L. Recuperação e impacto da produção científica na era Google: uma análise comparativa entre o Google Acadêmico e a Web of Science. Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, p. 92–105, 2008.
- TSAROUHAS, P. H. Evaluation of overall equipment effectiveness in the beverage industry: A case study. International Journal of Production Research, v. 51, n. 2, p. 515–523, 2013.
- VAN HEERDEN, M. A.; VLOK, P. J. Proposing a Holistic Physical Asset Management Strategy to Implement in Food and Beverage Industries in South Africa. Food Science and Quality Management, v. 35, p. 83–99, 2015.
- ZENNARO, I. et al. Micro downtime: Data collection, analysis and impact on OEE in bottling lines the San Benedetto case study. International Journal of Quality and Reliability Management, v. 35, n. 4, p. 965–995, 2018.

APÊNDICE 2 – capacidade instalada do campus selecionado

Quadro 39 – Capacidade e tipos de sala do campus selecionado para estudo

Andar	Sala	Capacidade	Tipo de Sala
2	207	100	Sala de aula
3	301	60	Sala de aula
3	302	72	Sala de aula
3	303	40	Sala de aula
3	304	48	Laboratório
4	401	60	Sala de aula
4	402	80	Laboratório
4	403	40	Laboratório
4	404	48	Laboratório
5	501	62	Sala de aula
5	502	80	Sala de aula
5	503	40	Sala de aula
5	504	60	Sala de aula
6	601	49	Laboratório
6	602	32	Laboratório
6	603	40	Sala de aula
6	604	50	Sala de aula
7	701	50	Laboratório
7	702	50	Laboratório
7	703	40	Laboratório
7	704	80	Sala de aula
8	801	80	Sala de aula
8	802	80	Sala de aula
8	803	40	Sala de aula
8	804	50	Sala de aula
9	901	70	Sala de aula
9	902	80	Laboratório
9	903	40	Sala de aula
9	904	50	Sala de aula
10	1001	60	Sala de aula pós graduação
10	1002	80	Sala de aula pós graduação
10	1003	40	Sala de aula pós graduação
10	1004	50	Sala de aula pós graduação
11	1101	60	Sala de aula pós graduação
11	1102	82	Sala de aula pós graduação
11	1103	40	Sala de aula pós graduação
11	1104	50	Sala de aula pós graduação
12	1201	115	Sala arena
12	1202	87	Sala arena

Fonte: autoria própria

ANEXOS

ANEXO 1 – PORTARIA 2177 – autoriza 40% EAD nos cursos presenciais



DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 11/12/2019 | Edição: 239 | Seção: 1 | Página: 131

Órgão: Ministério da Educação/Gabinete do Ministro

PORTARIA Nº 2.117, DE 6 DE DEZEMBRO DE 2019

Dispõe sobre a oferta de carga horária na modalidade de Ensino a Distância - EaD em cursos de graduação presenciais ofertados por Instituições de Educação Superior - IES pertencentes ao Sistema Federal de Ensino.

O MINISTRO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, parágrafo único, inciso II, da Constituição, e considerando o disposto no art. 80 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, no Decreto nº 9.057, de 25 de maio de 2017, e no Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017, resolve:

Art. 1º Esta Portaria dispõe sobre a oferta de carga horária na modalidade de Ensino a Distância - EaD em cursos de graduação presenciais ofertados por Instituições de Educação Superior --IES pertencentes ao Sistema Federal de Ensino, com observância da legislação educacional em vigor.

Parágrafo único. O disposto no caput não se aplica aos cursos de Medicina.

Art. 2º As IES poderão introduzir a oferta de carga horária na modalidade de EaD na organização pedagógica e curricular de seus cursos de graduação presenciais, até o limite de 40% da carga horária total do curso.

§ 1º O Projeto Pedagógico do Curso - PPC deve apresentar claramente, na matriz curricular, o percentual de carga horária a distância e indicar as metodologias a serem utilizadas, no momento do protocolo dos pedidos de autorização, reconhecimento e renovação de reconhecimento de curso.

§ 2º A introdução de carga horária a distância em cursos presenciais fica condicionada à observância das Diretrizes Curriculares Nacionais - DCN dos Cursos

de Graduação Superior, definidas pelo Conselho Nacional de Educação - CNE, quando houver.

§ 3º As atividades extracurriculares que utilizarem metodologias EaD serão consideradas para fins de cômputo do limite de 40% de que trata o caput.

§ 4º Os processos de pedidos de autorização de cursos ofertados por IES não credenciada para EaD, em que houver previsão de introdução de carga horária a distância, não serão dispensados de avaliação externa in loco.

§ 5º As universidades e os centros universitários, nos limites de sua autonomia, observado o disposto no art. 41 do Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017, devem registrar o percentual de oferta de carga horária a distância no momento da informação de criação de seus cursos à Secretaria de Regulação e Supervisão da Educação Superior do Ministério da Educação - SERES-MEC.

§ 6º A introdução opcional de carga horária na modalidade de EaD prevista no caput não desobriga a IES do cumprimento do disposto no art. 47 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, em cada curso de graduação.

Art. 3º Todas as atividades presenciais pedagógicas do curso que ofertar carga horária na modalidade de EaD devem ser realizadas exclusivamente no endereço de oferta desse curso, conforme ato autorizativo.

Art. 4º A oferta de carga horária a distância em cursos presenciais deverá incluir métodos e práticas de ensino-aprendizagem que incorporem o uso integrado de Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC para a realização dos objetivos pedagógicos, material didático específico bem como para a mediação de docentes, tutores e profissionais da educação com formação e qualificação em nível compatível com o previsto no PPC e no plano de ensino da disciplina.

Parágrafo único. O PPC deverá detalhar a forma de integralização da carga horária das disciplinas ofertadas parcial ou integralmente a distância, e o plano de ensino da disciplina deverá descrever as atividades realizadas.

Art. 5º A oferta de carga horária na modalidade de EaD em cursos presenciais deve ser amplamente informada aos estudantes matriculados no curso no período letivo anterior à sua oferta e divulgada nos processos seletivos, sendo identificados, de maneira objetiva, os conteúdos, as disciplinas, as metodologias e as formas de avaliação.

Parágrafo único. Para os cursos em funcionamento, a introdução de carga horária a distância deve ocorrer em período letivo posterior à alteração do PPC.

Art. 6º As IES devem informar no cadastro e-MEC a oferta de carga horária a distância para os cursos presenciais que venham a ser autorizados e aqueles já em funcionamento, cujo projeto pedagógico contemple os termos dispostos nesta Portaria.

Art. 7º Na fase de Parecer Final dos processos de autorização de cursos presenciais, a possibilidade da oferta de carga horária a distância, até o limite de 40% da carga horária total do curso, além dos critérios estabelecidos pela Portaria Normativa MEC nº 20, de 21 de dezembro de 2017, está sujeita à obtenção, pelo curso, de conceito igual ou superior a três em todos os indicadores a seguir:

I - Metodologia;

II - Atividades de tutoria;

III - Ambiente Virtual de Aprendizagem - AVA; e

IV - Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC.

§ 1º O não atendimento ao critério definido neste artigo ensejará o indeferimento do pedido de autorização do curso.

§ 2º Não serão permitidas alterações no PPC do curso, no âmbito do processo regulatório, após a realização da avaliação in loco.

Art. 8º Na fase de Parecer Final dos processos de reconhecimento e renovação de reconhecimento de cursos presenciais, será analisada a possibilidade de manutenção da oferta de carga horária a distância, até o limite de 40% da carga horária total do curso, se, além de atendidos os critérios estabelecidos pela Portaria Normativa MEC nº 20, de 2017, o curso obtiver conceito igual ou superior a três em todos os indicadores a seguir:

I - Metodologia;

II - Atividades de tutoria;

III - Ambiente Virtual de Aprendizagem - AVA; e

IV - Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC.

Parágrafo único. Nos casos em que não forem atendidos os critérios definidos neste artigo, caberá a aplicação dos procedimentos previstos pelos arts. 52 e seguintes do Decreto nº 9.235, de 2017.

Art. 9º A Secretaria de Regulação e Supervisão da Educação Superior disponibilizará em até sessenta dias as funcionalidades do Sistema e-MEC necessárias para a implementação das disposições previstas nesta Portaria.

Parágrafo único. Após a criação das funcionalidades no Sistema e-MEC, os processos de cursos presenciais em que houver previsão de introdução de carga horária a distância, protocolados anteriormente à publicação desta Portaria, terão tramitação prioritária.

Art. 10. Fica revogada a Portaria MEC nº 1.428, de 28 de dezembro de 2018.

Art. 11. Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

ABRAHAM WEINTRAUB

ANEXO 2 – Declaração da pandemia do COVID-19 pela OMS



Discurso de abertura do Diretor-Geral da OMS no briefing para a mídia sobre COVID-19

11 de março de 2020

Boa tarde.

Nas últimas duas semanas, o número de casos de COVID-19 fora da China aumentou 13 vezes e o número de países afetados triplicou.

Existem agora mais de 118.000 casos em 114 países e 4.291 pessoas perderam a vida.

Outros milhares estão lutando por suas vidas em hospitais.

Nos próximos dias e semanas, esperamos ver o número de casos, o número de mortes e o número de países afetados aumentar ainda mais.

A OMS tem avaliado este surto 24 horas por dia e estamos profundamente preocupados tanto com os níveis alarmantes de propagação e gravidade, como com os níveis alarmantes de inação.

Portanto, avaliamos que COVID-19 pode ser caracterizado como uma pandemia.

Pandemia não é uma palavra para usar levemente ou descuidadamente. É uma palavra que, se mal utilizada, pode causar medo irracional ou aceitação injustificada de que a luta acabou, levando a sofrimento e morte desnecessários.

Descrever a situação como uma pandemia não muda a avaliação da OMS sobre a ameaça representada por este vírus. Isso não muda o que a OMS está fazendo e não muda o que os países devem fazer.

Nunca vimos uma pandemia provocada por um coronavírus. Esta é a primeira pandemia causada por um coronavírus.

E nunca vimos uma pandemia que pudesse ser controlada ao mesmo tempo.

A OMS está em modo de resposta completa desde que fomos notificados dos primeiros casos.

E temos chamado todos os dias para que os países tomem medidas urgentes e agressivas.

Tocamos o alarme alto e claro.

===

Como disse na segunda-feira, apenas olhar para o número de casos e de países afetados não conta toda a história.

Dos 118.000 casos relatados globalmente em 114 países, mais de 90 por cento dos casos ocorrem em apenas quatro países, e dois deles - China e República da Coreia - apresentam epidemias em declínio significativo.

81 países não notificaram nenhum caso e 57 países notificaram 10 casos ou menos.

Não podemos dizer isso em voz alta o suficiente, ou com clareza suficiente, ou com frequência suficiente: todos os países ainda podem mudar o curso desta pandemia.

Se os países detectarem, testarem, tratarem, isolarem, rastrearem e mobilizarem seu pessoal na resposta, aqueles com um punhado de casos podem impedir que esses casos se tornem clusters e esses clusters se tornem transmissão comunitária.

Mesmo aqueles países com transmissão comunitária ou grandes aglomerados podem virar a maré sobre este vírus.

Vários países demonstraram que esse vírus pode ser suprimido e controlado.

O desafio para muitos países que agora lidam com grandes aglomerados ou transmissão comunitária não é se eles podem fazer o mesmo - é se farão.

Alguns países estão lutando contra a falta de capacidade.

Alguns países estão lutando contra a falta de recursos.

Alguns países estão lutando contra a falta de determinação.

Agradecemos as medidas que estão sendo tomadas no Irã, Itália e República da Coreia para desacelerar o vírus e controlar suas epidemias.

Sabemos que essas medidas estão afetando fortemente as sociedades e as economias, assim como na China.

Todos os países devem encontrar um equilíbrio preciso entre a proteção da saúde, a minimização dos distúrbios econômicos e sociais e o respeito aos direitos humanos.

O mandato da OMS é a saúde pública. Mas estamos trabalhando com muitos parceiros em todos os setores para mitigar as consequências sociais e econômicas desta pandemia.

Esta não é apenas uma crise de saúde pública, é uma crise que afetará todos os setores - portanto, todos os setores e todos os indivíduos devem estar envolvidos na luta.

Eu disse desde o início que os países devem adotar uma abordagem de governo e sociedade como um todo, construída em torno de uma estratégia abrangente para prevenir infecções, salvar vidas e minimizar o impacto.

Deixe-me resumir em quatro áreas principais.

Primeiro, prepare-se e esteja pronto.

Em segundo lugar, detectar, proteger e tratar.

Terceiro, reduza a transmissão.

Quarto, inove e aprenda.

Lembro a todos os países que solicitamos que ativem e ampliem seus mecanismos de resposta a emergências;

Comunique-se com seu pessoal sobre os riscos e como eles podem se proteger - isso é assunto de todos;

Encontre, isole, teste e trate todos os casos e rastreie todos os contatos;

Preparem seus hospitais;

Proteja e treine seus profissionais de saúde.

E vamos todos cuidar uns dos outros, porque precisamos uns dos outros.

===

Tem havido tanta atenção em uma palavra.

Deixe-me dar a você algumas outras palavras que são muito mais importantes e que são muito mais acionáveis.

Prevenção.

Preparação.

Saúde pública.

Liderança política.

E acima de tudo, pessoas.

Estamos juntos nisso, para fazer as coisas certas com calma e proteger os cidadãos do mundo. É factível.

Obrigado.

ANEXO 3 – PORTARIA 343 – suspensão das atividades presenciais



DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 18/03/2020 | Edição: 53 | Seção: 1 | Página: 39

Órgão: **Ministério da Educação/Gabinete do Ministro**

PORTARIA Nº 343, DE 17 DE MARÇO DE 2020

Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19.

O MINISTRO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, parágrafo único, incisos I e II, da Constituição, e considerando o art. 9º, incisos II e VII, da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, e o art. 2º do Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017, resolve:

Art. 1º Autorizar, em caráter excepcional, a substituição das disciplinas presenciais, em andamento, por aulas que utilizem meios e tecnologias de informação e comunicação, nos limites estabelecidos pela legislação em vigor, por instituição de educação superior integrante do sistema federal de ensino, de que trata o art. 2º do Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017.

§ 1º O período de autorização de que trata o caput será de até trinta dias, prorrogáveis, a depender de orientação do Ministério da Saúde e dos órgãos de saúde estaduais, municipais e distrital.

§ 2º Será de responsabilidade das instituições a definição das disciplinas que poderão ser substituídas, a disponibilização de ferramentas aos alunos que permitam o acompanhamento dos conteúdos ofertados bem como a realização de avaliações durante o período da autorização de que trata o caput.

§ 3º Fica vedada a aplicação da substituição de que trata o caput aos cursos de Medicina bem como às práticas profissionais de estágios e de laboratório dos demais cursos.

§ 4º As instituições que optarem pela substituição de aulas deverão comunicar ao Ministério da Educação tal providência no período de até quinze dias.

Art. 2º Alternativamente à autorização de que trata o art. 1º, as instituições de educação superior poderão suspender as atividades acadêmicas presenciais pelo mesmo prazo.

§ 1º As atividades acadêmicas suspensas deverão ser integralmente repostas para fins de cumprimento dos dias letivos e horas-aulas estabelecidos na legislação em vigor.

§ 2º As instituições poderão, ainda, alterar o calendário de férias, desde que cumpram os dias letivos e horas-aula estabelecidos na legislação em vigor.

Art. 3º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

ABRAHAM WEINTRAUB