

---

# Estratégia de operações: utilização da eficiência global de equipamentos como estratégia competitiva

## Operating strategy: using the overall equipment effectiveness as a competitive strategy.

MARTIN ANDRÉ HIRSCH 

REJANE MARIA ALIEVI 

INGRIDI VARGAS BORTOLASO 

MÁRCIO LOPES PIMENTA 

CLÁUDIO HELENO PINTO DA SILVA 

### RESUMO

A competitividade nos setores da construção civil e mineração têm exigido que as empresas encontrem alternativas estratégicas eficazes. O estudo busca contribuir com a utilização da eficiência global de equipamentos (OEE) como ferramenta gerencial na obtenção de ganhos de produtividade e vantagem competitiva em uma prestadora de serviços que trabalha com grandes equipamentos. Foram levantados os atuais indicadores, as possíveis falhas no seu gerenciamento, os impactos e as proposições de melhorias advindas da análise de aplicabilidade da OEE. Trata-se de um estudo de caso único, com abordagem quali-quantitativa, com a realização de entrevistas na fase qualitativa e o emprego de fórmulas e cálculos da OEE na fase quantitativa. Os resultados mostraram que a aplicabilidade da OEE apresentou relevante potencial gerencial para a tomada de decisões da empresa, além de representar uma ferramenta para o ganho de produtividade e um importante instrumento estratégico na obtenção de vantagens competitivas.

**Palavras-chave:** Eficiência Global de Equipamentos, OEE, Vantagens competitivas, Produtividade, Estratégias.

## ABSTRACT

The competitiveness in the construction and mining sectors has required companies to find effective strategic alternatives. The study tries to contribute with the use of Overall Equipment Effectiveness (OEE) as a management tool in achieving productivity gains and competitive advantage in a service company that works with large equipment. The objective is to analyse the current indicators, possible management failures, impacts and improvement proposals that comes from the OEE applicability. This is a single case study, with a quali-quantitative approach. Interviews were made in the qualitative stage and it was used OEE formulas and calculations in the quantitative approach. The results showed that the applicability of the OEE presented relevant managerial potential to contribute to the decision making, besides being a tool for productivity gain and an important strategic instrument to obtain competitive advantages.

**Keywords:** Overall Equipment Effectiveness, OEE, Competitive Advantage, Productivity, Strategies.

## 1. INTRODUÇÃO

A economia brasileira, que entre 2004 e 2013, apresentou expansão com média de 4,0% a.a., começou a demonstrar, a partir de 2014/2015, um cenário de recessão econômica, acompanhado de deterioração de diversos índices sociais (PAULA, PIRES, 2017). Um cenário de crise, retração e de estagnação econômica afeta diversos setores da economia. A construção civil, por exemplo, apresentou em 2015 uma recessão na ordem de 7,6%, considerada a maior queda dos últimos anos (LIMA, OLIVEIRA, DE SOUZA RODRIGUES, 2017).

Para atender as empresas desse setor – e também aquelas do setor de mineração - há outras empresas que atuam na prestação de serviços, utilizando-se de grandes equipamentos como caminhões e máquinas pesadas, que são fundamentais para a execução das atividades operacionais de algumas construtoras e mineradoras.

Em momentos adversos, como a supracitada crise enfrentada pelo país, entender o mercado em que a empresa está inserida, conhecer bem os seus produtos e serviços, seus clientes e seus concorrentes é imprescindível para a escolha das melhores opções estra-

tégicas, direcionando os esforços para vantagens competitivas que permitam o desenvolvimento de fatores de sucesso para o negócio.

Quando dirigentes adotam estratégias apropriadas, as vantagens conquistadas podem representar critérios dominantes para o crescimento das empresas (BARNEY, HESTERLY, 2007; SERRA, TORRES, TORRES, 2004). Desta forma, exalta-se a necessidade de aprofundamento da pesquisa nas adjacências relacionadas às estratégias competitivas que permitam desenvolver vantagens através dos ganhos de produtividade e eficiência. Assim, buscou-se a aderência do estudo ao ambiente de uma empresa que opera nos segmentos da construção civil e atividades de mineração.

A análise das estratégias organizacionais, com o intuito de aprimorar o entendimento do panorama e da dinâmica atual do mercado, pode contribuir para a obtenção das competências empresariais necessárias para conquistar um posicionamento competitivo. A melhoria das práticas de gestão e profissionalização da empresa dentro do seu segmento de atuação, aliados a um pensamento estratégico competitivo, pode contribuir na formulação de vantagens para o negócio e a OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), ou Eficiência Global de Equipamentos, pode ser uma excelente ferramenta para avaliar a eficiência do processo produtivo das empresas (BAMBER *et al.*, 2003; BRAGLIA, FRONSOLINI e ZAMMORI, 2008; DAL, TUGWELL E GREATBANKS, (2000) GARZA-REYES, 2015; JAIN, BHATTI e SINGH, 2015).

A partir dos argumentos apresentados, o estudo tem como propósito utilizar a eficiência global de equipamentos para avaliar os processos de uma empresa localizada no município de Santa Cruz do Sul, no estado do Rio Grande do Sul.

O trabalho apresenta, em sequência, uma revisão da literatura sobre estratégias competitiva, estratégias operacionais e OEE, seguida pelos procedimentos metodológicos, caracterização da empresa, análise dos resultados da pesquisa e, por fim, as principais conclusões e contribuições acadêmicas e gerenciais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para a realização do presente trabalho, foi feita uma revisão da literatura em três correntes do pensamento: estratégias e vanta-

gens competitivas, estratégias operacionais e a eficiência global de equipamentos.

O percurso inicial ocorreu sob a vertente conceitual das estratégias e vantagens competitivas, com a exploração das principais abordagens conceituais sobre o assunto. Conforme Tigre (2014), as diversas possibilidades e incertezas que cercam a atividade econômica conduzem as empresas a desenvolverem, explícita ou implicitamente, estratégias competitivas para compreender e facilitar seu posicionamento nos seus mercados de atuação. Assim, a revisão teórica das estratégias empresariais representa um dos pilares de sustentação do estudo na compreensão das possibilidades que cercam as organizações, na busca constante pela obtenção de vantagens competitivas.

Outra abordagem fundamental trata das estratégias de operações, as quais representam uma vertente necessária para o aprofundamento da pesquisa. Por fim, serão abordados os conceitos relativos à eficiência global de equipamentos (OEE), para compreender seus pressupostos e sua aplicabilidade nas organizações como ferramenta de medição do desempenho. O aprofundamento desta abordagem transita no sentido do entendimento das ideias e princípios que contribuem para a maximização da produtividade dos equipamentos.

## ***2.1 Estratégias e vantagens competitivas***

O estudo teve como base a análise das estratégias competitivas mais proeminentes da área e seus autores considerados expoentes, através da revisão de abordagens estratégicas, como: o vetor de crescimento (ANSOFF, 1977); tipos estratégicos (MILES; SNOW, 1978); estratégias competitivas genéricas (PORTER, 1986); estratégias genéricas de negócios (MINTZBERG; QUINN, 2001); visão baseada em recursos (BARNEY; HESTERLY, 2007); e competências essenciais (PRAHALAD; HAMEL, 2005).

A partir dessas abordagens, torna-se relevante compreender as definições de estratégia no âmbito das organizações. É conceituada como um dos vários conjuntos de regras de decisão capaz de orientar o comportamento de uma organização (ANSOFF, 1990). Também pode-se afirmar que “estratégia é criar uma posição exclusiva e valiosa, envolvendo um diferente conjunto de atividades” (PORTER, 1999, p. 63) ou ainda “é a luta para superar limitações de recursos

através de uma busca criativa e infindável da melhor alavancagem dos recursos” (PRAHALAD e HAMEL, 1997, p. 27).

Pode também ser vista como cinco formas que se complementam para o entendimento do tema: plano, pretexto, padrão, posição e perspectiva. Neste contexto, plano seria um conjunto de diretrizes para lidar com uma determinada situação. Pretexto como uma manobra de enganar um concorrente. Padrão seria um fluxo de ações. Posição seria uma maneira de colocar a empresa em um determinado ambiente e perspectiva seria uma ideia de indivíduos unidos pelo pensamento comum (MINTZBERG e QUINN, 2001).

Já a estratégia empresarial pode ser considerada uma teoria e é a sua melhor aposta de como a competição vai evoluir e como esta evolução pode ser explorada para que se consiga obter uma vantagem competitiva (BARNEY e HESTERLY, 2007) ou um conjunto de meios empregados pela empresa para alcançar seus objetivos, envolvendo decisões que definem produtos e serviços para determinados clientes e mercados, além da posição da empresa em relação a seus concorrentes (SERRA, TORRES e TORRES, 2004).

## ***2.2 Estratégias de operações***

A literatura relativa a estratégias operacionais se apresenta inicialmente a partir dos fundamentos conceituais estabelecidos por Skinner (1969). Este conceito inicial assumiu importância no âmbito das estratégias operacionais, influenciando a evolução do tema e contribuindo para novas vertentes que se sucederam.

A estratégia de fabricação é vista como uma arma competitiva e trata de certas propriedades atribuídas à fabricação que proporciona uso efetivo da força de trabalho, principalmente no que diz respeito à participação da estratégia competitiva do negócio, que atua diretamente para alcançar os objetivos empresariais (SKINNER, 1969; SWAMIDASS; NEWELL, 1987).

Barnes (2002) menciona que Skinner destacou a importância da estratégia de fabricação, ressaltando que somente através de suas operações os fabricantes poderiam atingir seus objetivos de negócios e, neste sentido, a estratégia de fabricação seria derivada das suas estratégias corporativas através da identificação de uma tarefa de fabricação.

Dangayach e Deshmukh (2001) fazem uma coletânea de conotações a respeito de definições estabelecidas por autores em publicações de renome no âmbito internacional. Dentre estes conceitos, pode-se destacar Hayes e Wheelwright (1984), que definiram a estratégia de manufatura como um padrão consistente de tomada de decisão na função de fabricação que está ligada à estratégia de negócios. A estratégia de manufatura, por sua vez, representa uma abordagem coordenada, que se esforça para alcançar a coerência entre capacidades funcionais e políticas de sucesso no mercado (HILL, 1987).

Outros autores mencionam questões importantes sobre as estratégias operacionais. Shavarini *et al.* (2013) disseram que se uma empresa não tiver uma estrutura adequada para a transferência de estratégias desenvolvidas em nível corporativo para os níveis funcionais, terá inúmeras dificuldades. Isso ocorre porque a unidade de operações é geralmente o núcleo central da organização, pois muitas vezes consome a maior parte de seu capital e de seus ativos humanos. Logo, a principal tarefa das operações é a produção de bens, e a prestação de serviços, agindo como um motor gerador de lucro de qualquer empresa, é a sua operação (SCHROEDER; GOLDSTEIN; RUNGTUSANATHAM, 2011; SANEMATSU; SILVA; VIEIRA, 2016).

Com base no trabalho de Boyer e Lewis (2002), as prioridades competitivas são variáveis chaves para a tomada de decisão nas estratégias operacionais. A ênfase estratégica no desenvolvimento de certas capacidades de fabricação podem melhorar a posição de uma planta no mercado e orientar as decisões sobre o processo de produção, a capacidade, a tecnologia, o planejamento e o controle, incluindo-se o baixo custo, a qualidade, a flexibilidade e a entrega. Assim, os autores desenvolveram o debate das prioridades competitivas no âmbito de três perspectivas: os modelos de *trade-off*, cumulativos e integrativos.

Conforme Tomaszewski, Lacerda e Teixeira (2016), as prioridades competitivas ajudam as organizações a selecionar quais dimensões pretendem competir e assim melhor conduzir suas ações e decisões como fonte de vantagens competitivas nesta dimensão. Na mesma vertente, Silva, Santos e Castro (2012) destacam que as prioridades competitivas constituem um dos elementos mais importantes da estratégia de produção, pois representam uma declaração

de quais funções a manufatura deve priorizar as condicionantes competitivas atribuídas a operação.

Segundo Corrêa e Corrêa (2011), vários autores apresentaram a importância de se considerar os *trade-offs* (compromissos) nas estratégias de manufatura para a formulação e decisões estratégicas. São eles: Boyer e Lewis (2002); Corrêa e Corrêa (2006); Da Silveira e Slack (2001); Hayes e Wheelwright (1984); Hill (1987); Slack e Lewis (2008).

Contudo, há entendimentos divergentes estabelecendo correntes que polarizam estas discussões na literatura, uma admitindo a existência de *trade-offs* e outra não. Enquanto na primeira os condicionantes são considerados no momento da tomada de decisões e escolhas excludentes surgiriam, na outra não haveria escolhas excludentes e sim decisões de manufatura orientadas para a adoção das melhores práticas disponíveis, sendo que seus efeitos contribuiriam para desempenhos excelentes com a possibilidade de serem obtidos em todos os critérios competitivos.

Aprofundando o conceito de *trade-offs*, Maylor, Turner e Webster (2015), referem-se ao termo como escolhas a serem feitas por líderes de negócios e, em seguida, implantados em decisões que envolvem a fabricação. A operacionalização dessas decisões resultou no desenvolvimento de fábricas focadas, ou seja, uma fábrica dentro de outra, com cada unidade focada alcançar seu próprio objetivo.

Outra perspectiva surge a partir da importância de caracterização das estratégias *top-down* ou *bottom-up*. Corrêa e Corrêa (2011) dizem que a abordagem dominante desde Skinner (1969) demonstra que as estratégias de manufaturas têm adotado processos decisórios *top-down*, impostos e determinados pela subordinação aos objetivos estratégicos do negócio. Alguns autores citam, inclusive, que a estratégia de manufatura é meramente reativa nas organizações, não tomando para si a iniciativa das ações e decisões, apenas reagindo às estratégias globais (HAYES; WHEELWRIGHT, 1984).

Por outro caminho, os processos estratégicos *bottom-up* foram influenciados pelos modelos da visão baseados em recursos (VBR), em que autores explicitamente ou implicitamente sustentam o papel proativo da manufatura na criação e sustentação de vantagens competitivas (GAGNON, 1999; SLACK; LEWIS, 2008).

Com o intuito de se formular estratégias de operações e assim alcançar competitividade, é possível integrar as perspectivas *top-down* e *bottom-up* (KIM; STING; LOCH, 2014). Pode também ser encarada de outra forma, tentando conciliar quatro perspectivas: a visão de cima para baixo com a de baixo para cima e ainda visão dos requisitos de mercados com a dos recursos de operação. Esta ideia permite a compreensão de que não há necessidade das perspectivas se conflitarem, mas na verdade, de se complementarem, possibilitando uma melhor compreensão para formular estratégias de operação (SLACK; LEWIS, 2008).

O desafio da estratégia de operações está em acompanhar as mudanças do ambiente competitivo e de como será a transformação dos processos e dos recursos em longo prazo, para assim desenvolver vantagens sustentáveis em mercados cada vez mais competitivos. Um negócio que não for capaz de avaliar o impacto da estratégia no gerenciamento eficaz dos processos e operações pode perder competitividade (SLACK; LEWIS, 2008).

Os recursos devem ser muito bem gerenciados, ou, devido à complexidade desse processo, pode-se até mesmo dizer que os recursos devem ser orquestrados. Entretanto, a complexidade operacional costuma ser negligenciada pela gestão (HUGHES *et al*, 2018; LIRA; GOMES; CAVALCANTI, 2019). Portanto, conciliar os requisitos do mercado com os recursos operacionais torna-se um ponto relevante na definição da estratégia de operação, norteando os objetivos estratégicos da empresa.

### **2.3 Eficiência Global de Equipamentos - OEE**

A implantação da metodologia de Gestão TPM (*Total Productive Maintenance*), ou Manutenção Produtiva Total, foi inicialmente desenvolvida em fábricas japonesas, com resultados significativos (NAKAJIMA, 1989). Segundo Ljungberg (1998), a TPM é baseada em três conceitos principais: maximização da eficácia dos equipamentos; manutenção preventiva autônoma; e participação de pequenos grupos de funcionários em atividade de melhoria.

A chamada eficiência global de equipamentos - em inglês *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) - surgiu com o objetivo de avaliar o processo da filosofia TPM através da medição do desempenho

individual dos equipamentos. A princípio, o OEE representava um instrumento de apoio e de medição da TPM, porém com a evolução do conceito transformou-se em um mecanismo de controle de desempenho de equipamentos e capacidades nominais de funcionamento (HANSEN, 2006; BRAGLIA, FRONSOLINI E ZAMMORI, 2008).

Uma das razões que contribuem para posicionar o OEE como uma ferramenta cada vez mais utilizada é o fato que a medição aplicada em ambientes produtivos tem a capacidade de integrar vários fatores de desempenho (disponibilidade, performance e qualidade) dentro de uma medida global e única (GARZA-REYES, 2015). Para cálculo, empresas deveriam ter disponibilidade maior que 0,90, performance maior que 0,95 e qualidade maior que 0,99 (RAOUF, 1994). É possível avaliar, portanto, que o OEE é uma ferramenta de gestão dos processos produtivos que amplia a capacidade de utilização e adaptação, sendo uma métrica útil e ampla de desempenho operacional, indo além de um indicador da metodologia de Gestão TPM (GARZA-REYES, 2015).

O OEE pode ser aplicado em diferentes níveis dentro de um ambiente de produção, no âmbito individual de um equipamento, em um processo ou de forma global da empresa, tendo como propósito a comparação dos índices apurados no início da implantação da metodologia com os seus efeitos e resultados posteriores, identificando os impactos das melhorias (NAKAJIMA, 1988).

Assim, é factível desenvolver indicadores capazes de orientar na tomada de decisões na produção, direcionando os esforços para ações primordiais relacionadas aos problemas, as quais constituem fatores emblemáticos para a eficiência da operação. O OEE é capaz de medir o desempenho, identificar oportunidades de melhoria e direcionar o foco dos esforços de melhoria em áreas relacionadas com equipamentos ou processos (GARZA-REYES *et al.* (2010).

O OEE é frequentemente utilizado como um condutor de melhoria de desempenho do negócio, concentrando-se na qualidade, produtividade e utilização da máquina em questão, sendo, portanto, destinado à redução das atividades que não agregam valor e que muitas vezes estão presentes ao processo de fabricação (BAMBER *et al.*, 2003). O OEE também pode ser usado para ajudar no foco da melhoria do desempenho das máquinas e dos processos associados,

identificando oportunidades de melhoria tendo como impacto o aprimoramento das metas (JAIN, BHATTI e SINGH, 2015).

Ele vai além da tarefa apenas de monitoramento e controle, pois aponta para a melhoria de processos, evita subotimização de máquinas ou linha de produção e proporciona um método sistemático para estabelecimento de metas de produção, incorporando ferramentas de gerenciamento de práticas e técnicas a fim de alcançar uma visão equilibrada da disponibilidade do processo, da taxa de desempenho e de qualidade. Contudo, os conceitos sobre o tema OEE remetem ao entendimento de que o principal objetivo desta ferramenta é buscar a maximização da produtividade dos equipamentos (DAL, TUGWELL e GREATBANKS, 2000).

Para compreensão de quais ambientes o OEE pode-se fazer presente, primeiramente ele deve ser aplicado nos gargalos que afetam o ganho ou em qualquer outra área crucial e dispendiosa da operação, pois estes pontos são fundamentais para gerar eficiência em uma planta de manufatura, e uma vez sendo bem gerenciada, exercem uma diferença significativa para a empresa (HANSEN (2006).

Normalmente se utiliza o OEE em processos de alta produtividade, onde a capacidade é prioridade e as paralisações ou interrupções são caras em termos de capacidade perdida. Pode-se dizer que os equipamentos de produção que representam pontos de estrangulamento merecem destaque e atenção redobrada, devendo ser gerenciados com cautela. Normalmente, problemas gerados nestes pontos produzem impactos em todo o processo produtivo, com repercussões onerosas para a organização, comprometendo o desempenho e a eficiência das operações (GARZA-REYES, *et al.*, 2010).

O OEE é uma métrica quantitativa que tem sido cada vez mais usada na indústria, não só para controlar e monitorar a produtividade de um equipamento de produção, mas também como um indicador para processos de melhoria de desempenho, tendo sido adotado principalmente nas indústrias que demandam elevada disponibilidade de seus equipamentos, sendo assim, uma importante métrica gerencial. Ao se medir o OEE, é possível, racionalmente e pragmaticamente, planejar e implementar um conjunto de melhorias, otimizando as condições operacionais dos equipamentos da empresa através de ações que exigem baixo nível de investimento, mas com

resultados relevantes (HANSEN, 2006; GARZA-REYES *et al.*, 2010; BUSSO E MIYAKE, 2013).

O OEE pode ser expresso como a razão entre o que foi realmente fabricado e o que poderia ser idealmente fabricado, ou alternativamente como a fracção de tempo em que o equipamento funciona em sua plena capacidade operacional (BRAGLIA, FROSOLINI e ZAMMORI, 2008).

Como pode ser visto, o cálculo do OEE representa um campo farto de razões em que as suas medições podem ser usadas como fonte de informações capaz de indicar onde as perdas de desempenho afetam a produtividade, ou ainda orientar em qual local deve ser priorizado a aplicação de melhoria nas atividades, maximizando resultados. Estes indicadores obtidos através do OEE podem, acima de tudo, permitir um gerenciamento mais efetivo da produção. Esta condição permite a gestores tomarem decisões mais assertivas com base em dados e informações, atuando nas condicionantes relevantes do problema.

As informações geradas a partir da avaliação do desempenho dos processos de produção e sistemas de manufatura possibilitam a diretores e gerentes tomar decisões mais assertivas no gerenciamento dos sistemas de produção de forma mais efetiva (GARZA-REYES *et al.*, 2010).

O OEE pode ser a medida que tenta revelar os custos ocultos. Essa definição predispõe a interpretação de que os custos ocultos estão relacionados às perdas que podem estar ocorrendo nos equipamentos e conseqüentemente diminuindo a performance e a eficiência da operação (Nakajima, 1988). O objetivo do OEE é identificar perdas, pois elas consomem recursos e não criam valor, uma vez que as perdas interferem diretamente na produtividade e no desempenho operacional (JONSSON, LESSHAMMAR, 1999).

Neste contexto, há seis grandes perdas que interferem no desempenho de equipamentos e influenciam diretamente em sua produtividade: perdas por quebra, perdas por *setup* e regulagens, perdas por ociosidade e pequenas paradas, perdas por redução de velocidade, perdas por problemas de qualidade e retrabalhos e, por fim, perdas por quedas de rendimento (*Startup*) (NAKAJIMA, 1989).

Ele é uma quantificação efetiva, em que a empresa faz uma comparação entre a sua capacidade projetada e o tempo de execução previsto. A vantagem do OEE é que ele pode ser dividido facilmente em três medidas rastreáveis. Isso complementa a análise do cálculo, permitindo a compreensão do OEE de forma mais ampla, com a possibilidade de identificar as principais causas que afetam o desempenho e que, portanto, devem envolver mais esforços para melhorar os resultados, permitindo que o desenvolvimento de uma evolução no índice global (ZUASHKIANI, RAHMANDAD e JARDINE, (2011).

Após a obtenção dos resultados dos principais processos e dos equipamentos, é preciso analisar a classificação do OEE, verificando se sua composição pode revelar valores que uma vez enquadrados em limites podem representar fatores críticos de sucesso. Porém, os enquadramentos representam patamares para orientação de uma empresa de manufatura quanto ao desempenho em relação a seus equipamentos ou processos produtivos. Essa classificação permite uma comparação do estágio em que se encontra uma organização em relação aos resultados aferidos na eficiência global de equipamentos (Hansen, 2006).

Não obstante, existem fatores que envolvem cada atividade de negócio, que por sua vez podem apresentar uma série de variáveis que afetam os resultados do OEE, sendo para tanto necessários interpretações mais amplas em relação a cada situação ou caso analisado.

### **3. METODOLOGIA**

A natureza metodológica da pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso único, através da utilização de fontes existentes de informações relativas aos equipamentos de produção de uma empresa que atua no segmento da construção civil e mineração. Conforme Yin (2005), o estudo de caso é uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é claramente evidente e múltiplas fontes de evidência são utilizadas para melhor compreensão.

A empresa foi selecionada intencionalmente para a pesquisa, considerando-se o critério de seleção não probabilística e tendo como

motivação o segmento de atuação, as características de operação e o tipo de produção. Entende-se que a empresa, fonte do estudo de caso único, possibilitou uma análise profunda das informações, evidenciando questões que envolvem o retrato atual do problema, contribuindo de maneira substancial para a obtenção de informações gerenciais relevantes para o trabalho.

A pesquisa foi desenvolvida a partir de duas etapas: uma qualitativa e outra quantitativa. A etapa qualitativa visou investigar, através de entrevistas, a visão dos gestores a respeito da importância da eficiência global de equipamentos como ferramenta na busca de vantagens competitivas.

Essas entrevistas foram baseadas em perguntas abertas direcionadas à questões que envolviam estratégias e vantagens competitivas, estratégias operacionais e a utilização de indicadores como disponibilidade, performance e qualidade. Os questionamentos tiveram como foco a busca de informações relacionadas à implantação do OEE como ferramenta para obtenção de vantagem competitiva.

Assim, as questões buscaram levantar os posicionamentos em relação à importância de novas metodologias, ao desenvolvimento de melhores práticas e de ferramentas de produtividade, ao foco estratégico em eficiência, à medição do desempenho real em comparação às suas capacidades, à contribuição da disponibilidade, à performance e à qualidade como indicadores, à integração destes indicadores e à capacidade destes elementos em aumentar a competitividade da organização nos mercados em que atua.

Além disso, buscou identificar as percepções e compreensões quanto à importância do tema e identificar se a eficiência global de equipamentos poderia representar uma ferramenta capaz de contribuir competitivamente no mercado de atuação de maneira a aumentar a produtividade da empresa.

Por consequência, analisou-se os resultados com base nas abordagens teóricas que envolvem o tema como estratégias e vantagens competitivas, estratégias operacionais e eficiência global de equipamento.

Já a etapa quantitativa buscou mensurar a implantação da eficiência global de equipamentos (OEE) com a validação do método através do cálculo dos indicadores de disponibilidade, performance

e qualidade em uma empresa que atua na prestação de serviços, modelo fundamentado nos conceitos definidos por Hansen (2006). A partir desta literatura, foram usadas fórmulas e desenvolvidos cálculos que foram inicialmente disseminados por Nakajima (1988) na implantação da TPM, sendo aplicados em processos produtivos de empresas de manufatura. Durante os meses de abril, maio e junho de 2017, foram coletadas informações referentes a três (3) escavadeiras hidráulicas na empresa estudada. Todas elas realizavam atividades de carregamento de minério nos caminhões que transportam o material para ser beneficiado.

Os dados colhidos foram anotados em planilhas eletrônicas, considerando cada máquina de forma isolada. Posteriormente, as informações de todas elas foram agrupadas para que fosse estabelecido um único índice. As escavadeiras, cujos números de frota eram 46, 48 e 52, foram identificadas como EH46, EH48 e EH52, respectivamente. Todas possuíam 68 especificações técnicas idênticas como marca, modelo, ano de fabricação, peso operacional e potência.

### ***3.1. Caracterização da empresa***

A empresa selecionada para a pesquisa está sediada no município de Santa Cruz do Sul (RS). Iniciou as suas atividades em 2001 com a aquisição de dois equipamentos buscando atender serviços em pequenos municípios e propriedades rurais. Posteriormente, com a compra de mais equipamentos, expandiu sua atuação para obras na área da construção civil, preparação de terrenos para empreendimentos, construção de estradas e urbanizações de condomínios.

Em meados de 2007 ampliou seu mercado com aberturas de filiais nos estados do Mato Grosso e Bahia, e mais tarde no Maranhão, focando suas atuações em mineradoras, atendendo diversas necessidades que envolvem estes clientes, como operações de escavação, transporte de materiais, construção de barragens e estradas e demais atividades de apoio.

As atividades em mineração passaram a representar o seu principal segmento de atuação, o que exigiu da empresa mudanças na estrutura organizacional, no organograma, nos processos e nos equipamentos. Em decorrência dos clientes deste setor possuírem um grau de exigência elevado quanto aos requisitos e às normas

de gestão de qualidade, de saúde, de segurança do trabalho e de meio ambiente, a empresa se organizou e obteve a certificação pela ISO 9001:2008 em 2013.

Ela apresenta um organograma enxuto, contando no quadro gerencial com um Sócio/Diretor, um Diretor Comercial, um Gerente administrativo, um Gerente operacional - Mineração, um Gerente de manutenção e um Gerente operacional - Obras. O quadro de funcionários em março de 2017 contava com 235 colaboradores, sendo as principais funções: motorista de caminhão; operadores de máquinas; e mecânicos. Ela possuía, em março daquele ano, 195 máquinas e caminhões de diversos dimensionamentos.

## **4. ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### ***4.1 Resultados da análise qualitativa***

Os resultados obtidos através das entrevistas demonstraram um alinhamento na visão dos gestores quanto à importância de uma ferramenta capaz de desenvolver e integrar indicadores como disponibilidade, performance e qualidade no gerenciamento da produtividade, na busca de um diferencial competitivo no setor de atuação. Cabe ressaltar que os resultados evidenciaram um posicionamento coerente com o referencial teórico, demonstrando uma disposição assertiva para a implantação do indicador de eficiência global de equipamentos.

Com a percepção gerencial de que a implantação do OEE pode representar uma relevante ferramenta competitiva, foram coletadas as informações e foram realizados os cálculos para verificar a aplicabilidade do modelo e conseqüentemente para apresentar os resultados quantitativos.

### ***4.2 Resultados da análise quantitativa***

Com base nos dados numéricos coletados na empresa, foram desenvolvidos os cálculos da disponibilidade, performance e qualidade, os quais são essências para a definição do OEE.

#### ***4.2.1 Índice de disponibilidade***

Os cálculos foram realizados a partir da média das escavadeiras hidráulicas envolvidas na produção, de acordo com os períodos

pesquisados. Essa média, obtida em cada período, representa a disponibilidade da frota de equipamentos destinada para a produção. Os resultados podem ser analisados comparativamente na Figura 1, de forma a identificar a evolução dos dados no período da pesquisa.

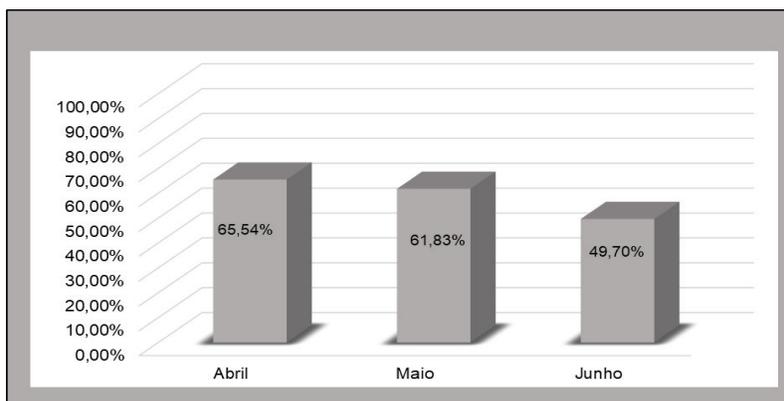


Figura 1 - Índice de disponibilidade

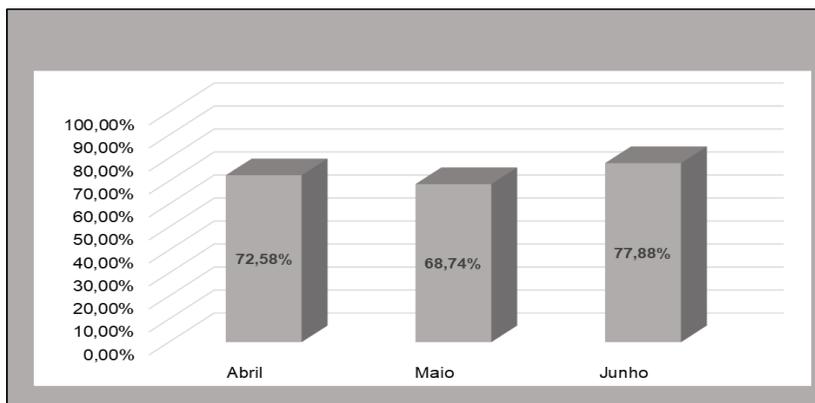
Fonte: Elaborada pelos autores.

Os Índices de disponibilidade ficaram 65,54%, 61,83% e 49,70%, respectivamente a cada um dos meses, apresentando uma tendência de queda, com os índices abaixo do esperado. Hansen (2006) cita que um OEE acima de 85% representa um processo equivalente à empresa de classe mundial. Neste sentido, Raouf (1994) afirmou que, em condições ideais, as empresas deveriam ter disponibilidade maior que 0,90, performance maior que 0,95 e qualidade maior que 0,99. Logo, esses números resultariam em um OEE maior que 0,84 para essas empresas consideradas de classe mundial. Porém, na empresa estudada, os resultados no cálculo da disponibilidade em todos os meses estiveram bem abaixo de 90%.

#### 4.2.2 Eficiência de performance

Os resultados da eficiência de performance visam interpretar o desempenho das escavadeiras hidráulicas, comparando-se o tempo de carregamento dos caminhões com a sua capacidade ideal (tempo teórico). Diante disto, os cálculos foram realizados para aferir o desempenho de modo a compreender a situação do indicador de eficiência no período.

Os resultados do índice de eficiência de performance ficaram, respectivamente, em 72,58%, 68,74% e 77,88%, conforme apresentado na figura 2.



*Figura 2 - Eficiência de performance*

Fonte: Elaborada pelos autores.

Considerando-se a composição do OEE referenciado por Raouf (1994), em condições ideais, a performance deveria ser maior que 95%, e, portanto, os índices ficaram abaixo da expectativa. Os fatores que principalmente influenciaram nestes resultados foram problemas como a falta ou quantidade insuficiente de caminhões no ciclo de operação, habilidade do operador, constantes necessidades de reposicionamentos da máquina na plataforma em virtude do espaço de operação e ritmo do equipamento abaixo da velocidade ideal em função de calibrações/ajustes técnicos. Considerando-se que o tempo teórico/ideal que a escavadeira hidráulica leva para carregar um caminhão é de 4min55s, o tempo medido no período apresentou como resultados os tempos de 6min46s em abril, 7min09s em maio e 6min19s em junho.

Portanto, os problemas apresentados são condicionantes e interferiram no indicador de eficiência de performance, determinando que as escavadeiras hidráulicas, no que se refere ao desempenho de produção (carregamento de cada caminhão), necessitassem de um tempo de execução superior ao projetado.

### 4.2.3 Índice de qualidade

O índice de qualidade foi analisado a partir da pesagem dos caminhões carregados pelas escavadeiras hidráulicas EH46, EH48 e EH52. O peso considerado ideal para cada carga foi de 40 toneladas com uma margem de 3 toneladas de tolerância para mais ou para menos. As cargas com pesos menores que 37 toneladas e maiores que 43 toneladas foram consideradas não conformes, ou seja, não atendem ao padrão de qualidade estabelecido.

A Figura 3 evidencia comparativamente o índice de qualidade de forma a permitir a investigação dos resultados durante o período de pesquisa.

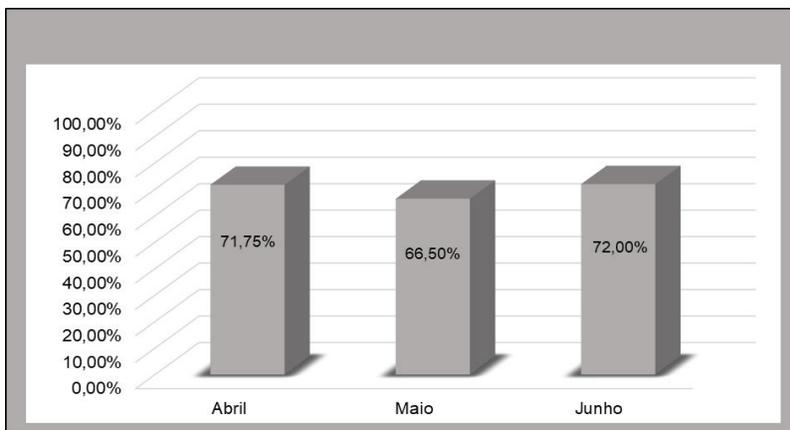


Figura 3 - Índice de qualidade

Fonte: Elaborada pelos autores.

O comportamento no período retratou um resultado semelhante nos meses de abril e junho, com 71,75% e 72,00% respectivamente, sendo que no mês de maio este percentual ficou abaixo, com 66,50%.

Neste cenário, o treinamento e a experiência do operador do equipamento representam um aspecto importante para se estabelecer uma faixa de peso condizente com a capacidade do caminhão, pois quando a carga tem pouco peso, se perde produtividade, e quando o peso é superior em relação à capacidade, aumenta-se a

quantidade de quebras/falhas - o que gera desgaste prematuro do caminhão e perda de disponibilidade em função de manutenções. Ambas as situações prejudicam o desempenho e afetam a conquista das metas de produção estabelecidas contratualmente.

#### 4.2.4 Eficiência Global de Equipamentos (OEE)

Estabelecidos os resultados da disponibilidade, performance e qualidade, torna-se possível definir o indicador de eficiência global dos equipamentos. Em abril, com um índice de disponibilidade de 65,54%, eficiência de performance de 72,58% e índice de qualidade de 71,75%, encontrou-se um OEE de 34,13%. Em maio, a disponibilidade, performance e qualidade tiveram respectivamente os índices de 61,83%, 68,74% e 66,50% e um OEE de 28,27%, o que representa um desempenho inferior ao mês anterior. Por fim, em junho, a disponibilidade foi 49,70%, performance 77,88% e qualidade 72,00% e um resultado OEE de 27,87%.

A Figura 4 apresenta comparativamente os resultados da eficiência global de equipamentos nos meses de abril, maio e junho de 2017.

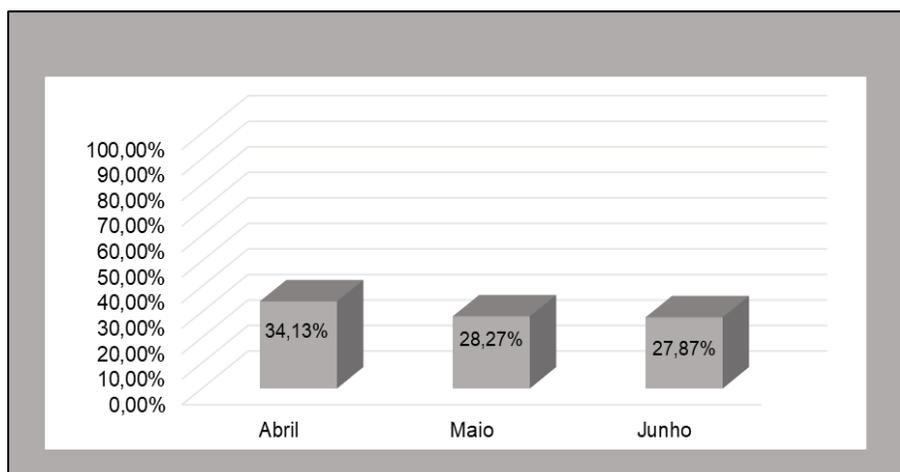


Figura 4 - Eficiência global de equipamentos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados do trimestre apresentaram uma tendência de queda no indicador, com o melhor resultado no mês de abril, 34,13%.

Posteriormente, no mês de maio houve uma queda de 5,86% e em junho mais uma redução de 0,40%, se comparado a maio.

A análise dos resultados demonstra que a queda em maio foi em virtude do desempenho inferior de todos os índices, com 61,83% de disponibilidade, 68,74% na performance e 66,50% em qualidade. Porém, os indicadores de performance e de qualidade melhoraram significativamente em junho, respectivamente com um percentual de 77,88% e 72,00%, inclusive representando o melhor índice do período investigado.

Contudo, mesmo com os melhores índices em relação à performance e à qualidade do período pesquisado, em junho o indicador OEE teve o pior resultado, impulsionado pelo fraco desempenho da disponibilidade que foi de 49,70%.

Os resultados do cálculo do OEE apresentaram indicadores mensais entre 27,87% e 34,13%, servindo como diagnóstico da situação atual do processo produtivo, o qual apresenta uma série de falhas no gerenciamento, que podem ser resolvidas pela intervenção mais efetiva da gestão e a eficiência global de equipamentos pode atuar de forma contundente, melhorando os processos e a produtividade.

O enquadramento dos resultados dentro do percentual exposto por Hansen (2006), que considera os resultados menores que 65% um percentual inaceitável, talvez não seja a referência mais adequada para a prestação de serviços. Além disso, possivelmente uma gestão mais eficiente sobre os indicadores poderia gerar uma melhoria no desempenho do percentual. Corroborando com o que afirmam Jons-son e Lesshammar (1999), os diferentes percentuais podem indicar as dificuldades em identificar os melhores números ao se comparar a eficiência global de equipamentos entre processos e empresas, ou, ainda, devido ao fato de, no presente estudo, comparar-se operações de manufatura à prestação de serviços.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As informações levantadas na etapa qualitativa demonstraram um posicionamento coerente com o referencial teórico e seus autores proeminentes, o que possibilitou a continuidade do estudo, evidenciando uma disposição à mensuração da eficiência global de

equipamentos através da etapa quantitativa, com a aplicação das fórmulas e realização dos cálculos.

A aplicabilidade do indicador de eficiência global foi plenamente possível ao caso, com pequenas adequações nos dados coletados, mas que em nada alteraram o contexto das fórmulas e cálculos originalmente estabelecidos na literatura. Considerando que o método foi desenvolvido inicialmente para empresas de manufatura, os resultados encontrados, considerando-se os equipamentos na prestação de serviços, não divergiram do conceito e proporcionaram resultados confiáveis e alinhados com a fundamentação teórica.

Com a aplicabilidade do modelo, foi possível identificar as possibilidades que envolvem a obtenção de ganhos de produtividade e vantagens competitivas. Nas entrevistas com os gestores ficou evidente que, no contexto de atuação da empresa, o OEE pode representar uma ferramenta capaz de contribuir significativamente na competitividade e no aumento da produtividade.

A principal contribuição do trabalho foi a utilização da eficiência global de equipamentos em uma empresa de prestação de serviços, visando o aumento da produtividade e como um instrumento estratégico para obtenção de vantagens competitivas. As informações levantadas pela ferramenta possibilitaram uma visão mais clara e abrangente do negócio, contribuindo para a tomada de decisões estratégicas da empresa. Entretanto, o trabalho, por se tratar de um estudo de caso único, limita-se a somente uma empresa.

Para consolidar ainda mais essa prática, sugere-se uma pesquisa futura que se proponha a analisar se, no setor de serviços, o modelo OEE é o mais adequado para essa medição, e, caso seja considerado adequado, se há a necessidade de algum tipo de adaptação. Sugere-se também que a experiência seja novamente realizada após as implantações das medidas corretivas, para se comparar o impacto dessas ações nos resultados medidos.

## REFERÊNCIAS

ANSOFF, H. I. **A nova estratégia empresarial**. São Paulo: Atlas, 1990.

\_\_\_\_\_. **Estratégia empresarial**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1977.

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.

BARNES, D. The complexities of the manufacturing strategy formation process in practice. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 10, p. 1090-111, 2002.

BARNEY, J. B.; HESTERLY, W. S. **Administração estratégica e vantagem competitiva**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BOYER, K. K.; LEWIS, M. Competitive priorities: investigating the need for tradeoffs in operations strategy. **Production and Operations Management**, v. 11, n. 1, p. 9-20, 2002.

BRAGLIA, M.; FROSOLINI, M.; ZAMMORI, F. Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML) - An integrated approach to assess systems performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 1, p. 8-29, 2008.

BUSSO, C. M.; MIYAKE, D. I. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall equipment effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. **Produção - USP**, v. 23, n. 2, p. 205-225, 2013.

CORRÊA, C. A.; CORRÊA, H. L. O Processo de Formação de Estratégias de Manufatura em Empresas Brasileiras de Médio e Pequeno Porte. **Revista de Administração Contemporânea - RAC**, v. 15, n. 3, p. 454-475, 2011.

\_\_\_\_\_. **Administração de produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

COX, J. F. III; BLACKSTONE, J. H. **APICS Dictionary**, 9. ed. VA: Falls Church, 1998.

DA SILVEIRA, G.; SLACK, N. (2001). Exploring the trade-off concept. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 7, p. 949-964, 2001.

DAL, B.; TUGWELL, P.; GREATBANKS, R. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement - A practical analysis. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 12, p. 1488-1502, 2000.

DANGAYACH, G. S.; DESHMUKH, S. G. Manufacturing strategy - literature review and some issues. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 7, p. 885-932, 2001.

ERICSSON, J. **Disruption analysis - An important tool in lean production**. Department of Production and Materials Engineering, Lund University: Lund, 1997.

GAGNON, S. Resource-based competition and the new operations strategy. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 19, n. 2, p.125-138, 1999.

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.

GARZA-REYES, J. A. *et al.* Overall equipment effectiveness (OEE) and process capability (PC) measures. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 27, n. 1, p. 48-62, 2010.

HANSEN, R. C. **Eficiência Global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring our competitive edge: Competing through manufacturing**. New York: John Wiley and Sons, 1984.

HILL, T. J. Teaching manufacturing strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 6, n. 3, p. 10-20, 1987.

HUGHES, Paul *et al.* Strategy, operations, and profitability: the role of resource orchestration. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 38, n. 4, p. 1125-1143, 2018.

JAIN, A.; BHATTI, R. S.; SINGH, H. OEE enhancement in SMEs through mobile maintenance: a TPM concepts. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 32, n. 5, p. 503-516, 2015.

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

KIM, Y. H.; STING, F. J; LOCH, C. H. Top-down, bottom-up, or both? Toward an integrative perspective on operations strategy formation. **Journal of Operations Management**, v. 32, n. 7, p. 462-474, 2014.

KOTZE, D. Consistency, accuracy lead to maximum OEE benefits, **TPM Newsletter**, v. 4, n. 2, 1993.

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

LIMA, S.M.; OLIVEIRA, M. E. L; DE SOUZA RODRIGUES, M.. A crise e o desempenho econômico financeiro das empresas da construção civil. **Revista Gestão em Análise**, v. 6, n. 1/2, p. 196-210, 2017.

LIRA, A. C. Q; GOMES, M. L. B.; CAVALCANTI, VLADYR Y. S. L. Uma reflexão em busca de uma configuração: estratégia empresarial, competitividade, estratégia de produção. **Revista Capital Científico-Eletrônica (RCC\*)**-ISSN 2177-4153, v. 17, n. 1, p. 124-139, 2019.

LJUNGBERG, Ô. 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.

MAYLOR, H.; TURNER, N.; WEBSTER, R. M. It worked for manufacturing...! Operations strategy in project-based operations. **International Journal of Project Management**, v. 33, n. 1, p. 103-115, 2015.

MILES, R. E.; SNOW, C. C. **Organizational strategy, structure and process**. New York: McGraw-Hill, 1978.

MINTZBERG, H.; QUINN, J. B. **O processo da estratégia**. 3. ed. Porto Alegre: Bookmann, 2001.

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

\_\_\_\_\_. **TPM Development Program**. Cambridge, MA: Productivity Press, 1989.

PAULA, Luiz Fernando de; PIRES, Manoel. Crise e perspectivas para a economia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 125-144, 2017.

PORTER, M. E. **Competição**: estratégias competitivas essenciais. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

\_\_\_\_\_. **Estratégias competitivas**: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. **Competindo pelo futuro**: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

\_\_\_\_\_. **Competindo pelo futuro**: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã. 19. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

RAOUF, A. Improving capital productivity through maintenance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 14, n. 7, p. 44-52, 1994.

SANEMATSU, L.; SILVA, A.; VIEIRA, A. Relação entre Fabricante e Varejista: um Estudo Qualitativo Comparativo no Setor de Peças Automotivas. **NAVUS - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. 56-69, 2016.

SCHROEDER, R. G.; GOLDSTEIN, S. M.; RUNGTUSANATHAM, M. J. **Operation Management**. New York: McGraw-Hill, 2011.

SERRA, F.; TORRES, M. C. S.; TORRES, A. P. **Administração estratégica**: conceitos, roteiro prático e casos. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Editores, 2004.

SHAVARINI, S. K. *et al.* Operations strategy and business strategy alignment model (case of Iranian industries). **International Journal of Operations & Production Management**, v. 33, n. 9, p. 1108-1130, 2013.

SILVA, E. M.; SANTOS, F. C. A.; CASTRO, M. Análise das relações entre estratégias de produção, práticas e desempenho operacional. **Produção**, v. 21, n. 3, p. 502-516, 2012.

SKINNER, W. Manufacturing strategy – missing link in corporate strategy. *Harvard Business Review*, v. 47, n. 3, p. 136-145, 1969.

SLACK, N.; LEWIS, M. **Operations strategy**. 2. ed. London: Prentice-Hall Financial Times, 2008.

SWAMIDASS, P. M.; NEWELL, W. T. Manufacturing strategy, environmental uncertainty and performance: a path analytic model. **Management Science**, v. 33, n. 4, p. 509-24, 1987.

TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação**: a economia da tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

TOMASZEWSKI, L. A.; LACERDA, D. P.; TEIXEIRA, R. Estratégia de operações em serviços de saúde preventiva: análise dos critérios competitivos e recomendações operacionais. **Gestão & Produção**, v. 23, n. 2, p. 381-396, 2016.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZUASHKIANI, A.; RAHMANDAD, H.; JARDINE, A. K. S. Mapping end dynamics of overall equipment effectiveness to enhance asset management practices. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 17, n. 1, p. 74-92, 2011.

Recebido em: 15-3-2021

Aprovado em: 10-3-2022

Avaliado pelo sistema double blind review.

Disponível em <http://mjs.metodista.br/index.php/roc>