

USO DE SIMULAÇÃO EM OPERAÇÃO DE RECARGA DE BATERIAS NA MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS DE PAGAMENTO



Vanderlei Tallach (Centro Paula Souza)
vanderlei.tallach@cpspos.sp.gov.br

Alexandre Formigoni (Centro Paula Souza)
alexandre.formigoni@cpspos.sp.gov.br

João Roberto Maiellaro (Centro Paula Souza)
joão.maiellaro@fatec.sp.gov.br

João Gilberto Mendes dos Reis (UNIP)
joão.reis@docente.unip.br

A busca pela produtividade exige uso racional dos recursos e técnicas decisórias robustas, adequadas a cada situação específica. Esse trabalho apresenta estudo de caso em que se investigou o processo produtivo de manutenção de máquinas para meio de pagamento portáteis, objetivando elaborar cenários para se obter ganhos de produtividade na operação de recarga de baterias, usando simulação de eventos discretos. Foi realizado mapeamento do processo e a partir das informações levantadas, foram elaborados modelos de simulação no software Arena®, em que os experimentos alocaram diferentes capacidades de recarga dentro do período de oito horas de operação, que corresponde a um dia de expediente. Os resultados demonstraram que ganhos de produtividade em número de baterias carregadas são possíveis sem a necessidade de aumentar o número de carregadores do sistema estudado.

Palavras-chave: Produtividade, Mapeamento de Processo, Simulação.

1. Introdução

O mapeamento de processos produtivos permite identificar atividades críticas em termos de velocidade e tempo de processamento. Respostas ágeis são fundamentais para atender a demanda e ampliar a competitividade.

A melhoria contínua dos índices de produtividade traz vantagens competitivas e organizações têm buscado uso racional de recursos (CORREA; CORRÊA, 2017). Elevar os níveis de produtividade é uma tarefa desafiadora, requer dedicação, estudo e experiência (SLACK et al., 2013). A identificação de gargalos como base de planejamento da capacidade vem de encontro com práticas tradicionais de melhoria de produtividade.

Por meio de observação direta em uma prestadora de serviços de manutenção em máquinas portáteis de pagamento, foi diagnosticado que a capacidade produtiva da operação de recarga de baterias não atendia as necessidades diárias demandadas. A restrição principal da produtividade do sistema estava nos vários níveis de carga das baterias que eram recebidos. As baterias precisavam ser recarregadas para que os procedimentos de testes fossem executados e os tempos de recarga e o número de carregadores alocados são base do planejamento da capacidade da operação.

Nesse contexto, questões foram formuladas: Como dimensionar a quantidade de equipamentos de recarga? A simulação de eventos discretos pode ser aplicada, visto que os níveis de carga recebidos são variados e se comportam de maneira probabilística? É possível elaborar cenários de planejamento de capacidade da operação de recarga das baterias máquinas de cobrança de modo a aumentar a produtividade sem alocar mais carregadores?

O presente trabalho tem o objetivo de analisar cenários e auxiliar no planejamento de capacidade da operação de recarga de baterias de máquinas de cobrança portáteis por meio de simulação de eventos discretos.

Para a elaboração do estudo, foram coletadas informações da operação de seleção das máquinas pelos níveis de carga da bateria recebidos. Foram levantados os tempos necessários para recarga mínima de 75% da carga disponível, viabilizando o processo de manutenção. O simulador utilizado foi o Arena®, para a criação de cenários em que os carregadores foram distribuídos segundo as diferentes faixas de tempo de recarga.

Ao final os resultados demonstram que com a aplicação da simulação, foi possível analisar diversos cenários, permitindo decidir a quantidade de carregadores necessários para o carregamento das baterias em cada faixa de tempo de recarga.

2. Revisão de Literatura

A busca pela eficiência no setor produtivo teve origem na Administração Científica, em que o estudo de "tempos e movimentos" foi decisivo para o desenvolvimento econômico (SLACK et al., 2013).

O *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta, como é conhecida no Brasil, foi criada em decorrência da escassez de recursos após a II Guerra Mundial. O pensamento enxuto visa maior produtividade com menos recursos (KHOJASTEH, 2017). O mapeamento de processos tem potencial de trazer redução de desperdícios e perda de produtividade.

Melhorias no *lead time* são amplamente buscadas (CORREA; CORRÊA, 2017), pois o prazo de entrega é reduzido ao mesmo tempo em que se reduz estoques intermediários (SLACK et al., 2013). Nesse contexto, a identificação e o adequado tratamento aos gargalos são fundamentais para evitar interrupções e baixa produtividade.

2.1 Meios de pagamento

O uso de meios eletrônicos para pagamento vem se modificando no Brasil e no mundo, com tendência de crescimento desde o início do século XXI e tem importância ainda maior nas compras remotas, auxiliando no desenvolvimento desse setor econômico (LEÃO; SOTTO, 2019).

As adquirentes é o termo que faz parte do jargão do setor bancário. Popularmente chamadas de “máquinas de cartão”, esses equipamentos contribuem com a eficiência dos serviços bancários, que foram os primeiros a adotar esse meio de pagamento em 1995. Em 2010, o Banco Central do Brasil fomentou a desverticalização dessa atividade ampliando a oferta de sistemas e equipamentos (MATTOS, 2017).

Estima-se que, no Brasil, 76,1% da população acima de 18 anos possua cartão como meio de pagamentos, apesar de que as taxas para manter cartões são consideradas altas. Para os empreendedores, a aceitação do cartão não é mais vantagem competitiva, sendo muitas vezes questão de sobrevivência (CARMO, 2017).

2.2 Simulação

Autores têm aplicado a simulação em diversos estudos e verifica-se na literatura exemplos de uso do simulador Arena® (ALKHEDER; ALOMAIR; ALADWANI, 2020; ALVES et al., 2020; ANTUNES; SANTOS, 2019; BARBOSA; BERTOLUCI, 2019; BERALDO et al., 2018;

BITTENCOURT; VALENTE; LOBO, 2018; FERREIRA, 2017; MOORI; MORAIS; GARDESANI, 2019; PEREIRA et al., 2017; RODRIGUES; HERCULANI, 2020; SANTOS, 2020; SANTOS et al., 2020; SILVA et al., 2017; SRIDHAR; VISHNU; SRIDHARAN, 2021; ZAHRAEE et al., 2021).

A teoria das filas e a teoria da simulação surgiram no início do século XX e constituem a base conceitual de soluções tecnológicas como simuladores e ambientes de modelagem computacional. A abordagem de problemas complexos de dimensionamento e de fluxo levantam questões como a quantidade apropriada de equipamentos, o desempenho acertado de processos e melhores fluxos de produção, enfatizando a importância da simulação (PRADO, 2017).

A modelagem em simulação tem sido cada vez mais empregada como um instrumento que auxilia na análise de um sistema sem que a estrutura real seja modificada (FERNANDES; CAMPOS, 2017).

Modelos de simulação são uma abstração simplificada da realidade, que se aproxima em termos de comportamento dos sistemas reais. A principal função de um modelo de simulação é captar o que realmente interessa no processo decisório (CHWIF; MEDINA, 2010). A simulação é a representação de um sistema real por meio de um modelo computacional, para estudar o comportamento de um sistema, sem perturbá-lo (RODRIGUES et al., 2019).

Na elaboração de modelos abstraídos de problemas reais, é grande a preocupação com o desenvolvimento teórico e na comprovação da simulação discreta e sua adequação (FERRARI; MORABITO, 2020). Esse fato conota a importância da validação de modelos de simulação antes de seu uso efetivo.

A simulação é importante para o entendimento aprofundado do comportamento de um sistema e é geralmente aplicada por meio de uso de computador, utilizando *softwares* específicos como o Arena® (SANTOS; CAJUI; SILVA, 2020).

3. Métodos

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa que atua com manutenção de máquinas para meios de pagamento, por meio de observação direta, consulta a registros e posterior estudo baseado em simulação de eventos discretos, considerando-se as etapas de concepção; implementação; e análise.(MONTEVECHI et al., 2010).

A pesquisa pode ser classificada como quantitativa. A pesquisa quantitativa é caracterizada por dados de análise com ênfase em comparações de resultados e na utilização de técnicas estatísticas (SANTOS; NASCIMENTO; FERREIRA, 2015).

Durante oito semanas, no período entre os meses de fevereiro e abril do ano corrente, o processo foi mapeado e as informações resultaram na obtenção dos tempos das operações levantados *in loco*, bem como o estudo da sequência das operações levantados através de mapeamento de processo. A sistemática para mensurar os tempos e ciclo das atividades se deu através da aplicação da cronometragem dos tempos das atividades, permitindo então, calcular o tempo padrão de cada atividade, identificando os gargalos e restrições, efetuando o seu balanceamento para redução do tempo de ciclo, determinando assim, a capacidade produtiva da linha de produção, proporcionando dados para a programação e controle de produção.

Os dados coletados permitiram a elaboração de modelo de simulação no software ARENA.

4. Resultados e Discussão

A operação de carga de baterias trabalha com demanda diária maior do que a capacidade produtiva. Isso ocasiona jornada extraordinária diária ou em finais de semana. A produção está dividida em linhas de produção dedicada para cada modelo de equipamento.

A carga de baterias é o gargalo da operação, pois opera com menor capacidade produtiva em relação às outras atividades (Tabela 1). Na empresa analisada, não existe sistemática para identificação e busca de capacidade adicional no gargalo.

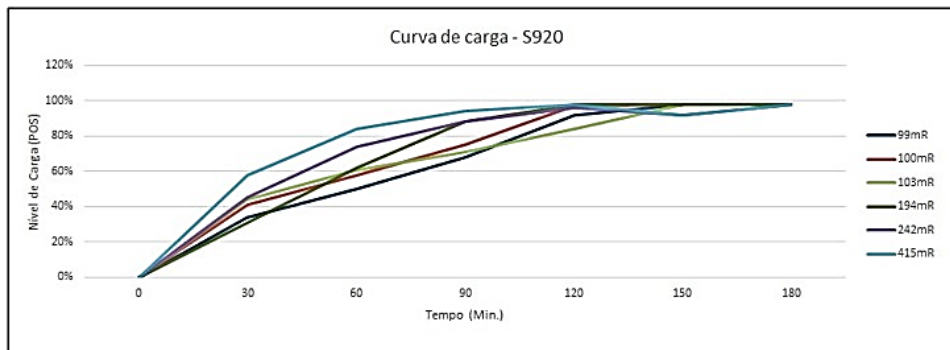
Tabela 1 - Volume de produção diária

Área	Produção por hora	Produção por dia
Recebimento	350	2800
Produção	312,5	2500
Carga bateria	100	800

Fonte: Elaborado pelos autores

Baterias têm curvas de carga especificadas pelo fabricante. Foi verificado o percentual de carga da bateria versus o tempo de carregamento, e as curvas de carga foram plotadas no gráfico da Figura 1 - Efetuando medição da carga de várias baterias, observa-se que o percentual de 100% da carga é atingido por volta de 120 minutos de carregamento no caso de baixa carga recebida.

Figura 1 - Tempo de Recarga x Carga de Bateria



Fonte: Elaborado pelos autores

As baterias retiradas das máquinas são enviadas ao setor de carregamento responsável por assegurar que retornem à linha de produção com carga mínima especificada pelo cliente. As baterias são separadas por modelo e inseridas nos carregadores. Para assegurar a totalidade da carga, definiu-se o tempo máximo de carregamento em duas horas, período em que uma bateria demora para atingir sua carga total considerando-a totalmente descarregada.

Quando baterias permanecem por período de duas horas de carregamento e, considerando uma jornada de oito horas, consegue-se no máximo 4 ciclos de carregamento, ocasionando gargalo na operação de checagem e manutenção das máquinas devido não se atingir a quantidade diária demandada.

Aguardado o período do carregamento, as baterias são retiradas dos carregadores, testadas por amostragem, identificadas e enviadas à produção, sendo então inseridas nos equipamentos dando sequência ao processo produtivo. Ao final da jornada de trabalho, foi constatado que para produzir a quantidade de equipamentos de forma a atender a demanda diária, seria necessário consumir baterias disponíveis em estoque. Ocasionalmente assim, a redução do nível de estoque, projetando uma futura interrupção da produção mediante o esgotamento por completo.

Foi realizado levantamento no processo de triagem dos níveis de carga. O objetivo foi de reduzir o tempo de carga das baterias, evitar desperdício de energia elétrica e aumentar o volume de baterias carregadas no final do turno de trabalho. Foi desenvolvido uma giga de triagem para fazer a leitura do percentual de carga residual de cada bateria, apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Percentuais de carga residual

Carga residual (%)	Quantidade por faixa (%)
0 a 20%	53
21% a 50%	18
51% a 74%	12
Acima de 74%	17

Fonte: Elaborado pelos autores

Analisando os valores da Tabela 2 foi evidenciado que 17% das baterias recebidas se encontravam com percentual mínimo para utilização, não sendo necessário o seu carregamento e, 53% necessitam de carregamento total de duas horas. Ficou evidenciado o desperdício de energia elétrica, uso desnecessário de carregadores e mal aproveitamento do turno de trabalho. Com esta constatação, foram estabelecidas faixas de percentual de cargas para estabelecer tempo mínimo de carregamento (Tabela 3).

Tabela 3 - Tempo mínimo de carregamento por percentual de faixa

Percentual de carga (%)	Tempo de carga (min)
Até 20%	120
21% a 50%	70
51% a 74%	50
Acima de 74%	Liberado para produção

Fonte: Elaborado pelos autores

4.1 Uso da Simulação

Por meio de simulação de eventos discretos, foram estudados cenários com diferentes quantidades de carregadores em cada faixa de tempo de carregamento. O modelo elaborado no simulador Arena® permitiu reproduzir experimentos em que o sistema operou durante um dia de expediente de 8h. Foram realizadas três réplicas de um dia em cada um dos quatro cenários simulados. Os dados dos percentuais de carga da Tabela 2 foram usados como parâmetros de probabilidade de ocorrência dos níveis de carga, sendo sorteados aleatoriamente pelo simulador. As baterias foram consideradas como as entidades do modelo. Os carregadores de cada faixa de carga foram considerados como recursos. O modelo considerou três tipos de recurso com capacidade que variou nos cenários simulados conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Carregadores por faixa de carga nos cenários simulados

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Carregadores 70 min	4	5	5	5
Carregadores 50 min	2	3	4	5
Carregadores 120 min	22	20	19	18

Fonte: Elaborado pelos autores

A Tabela 4 mostra que o número total de carregadores utilizados na operação de recarga é de 28. A quantidade total de carregadores foi mantida nos cenários simulados para que o consumo de espaço, de mão-de-obra e de energia elétrica não fossem alterados. O cenário 1 traz a quantidade de carregadores utilizados no sistema real por faixa de tempo de recarga. Os cenários 2, 3 e 4 foram definidos com base nos resultados obtidos pela simulação do cenário 1. Foram verificados uma série de indicadores de estado e comportamento do sistema simulado do cenário 1 (Quadro 1) no relatório gerado pelo simulador Arena®. Os mesmos indicadores foram analisados nos outros cenários simulados para comparação.

Quadro 1 - Indicadores analisados na simulação

Indicadores
espera média na fila da recarga de 70 min
espera média na fila da recarga de 50 min
espera média na fila da recarga de 120 min
% de ocupação média dos carregadores de 70 min
% de ocupação média dos carregadores de 50 min
% de ocupação média dos carregadores de 120 min
carregadores ocupados em média 70 min
carregadores ocupados em média 50 min
carregadores ocupados em média 120 min
total de baterias carregadas

Fonte: Elaborado pelos autores

No cenário 1, o número de carregadores alocados nas diferentes de faixas de tempo de recarga permitiram carregar 172 baterias. Esse indicador foi utilizado como validação do modelo de simulação, por corresponder a média de baterias recarregadas na operação real.

Com o modelo validado, foram realizados experimentos com os cenários 2, 3 e 4, em que o número de carregadores alocados em cada faixa variou. Foi verificada ociosidade nos carregadores alocados na faixa de 120 minutos de tempo de carregamento. Os cenários

simulados foram baseados na realocação de carregadores da faixa de 120 minutos para as demais faixas em que não foi verificada ociosidade. A Tabela 5 traz os resultados dos indicadores analisados em cada cenário simulado.

Tabela 5 - Resultados da simulação

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Carregadores 70 min	4	5	5	5
Carregadores 50 min	2	3	4	5
Carregadores 120 min	22	20	19	18
Espera média na fila da recarga de 70 min	1,44h	0,92h	0,92h	0,92h
Espera média na fila da recarga de 50 min	2,39h	1,51h	0,69h	0,27h
Espera média na fila da recarga de 120 min	1,3h	1,52h	1,61h	1,71h
% de ocupação média dos carregadores de 70 min	100%	98,90%	98,90%	98,90%
% de ocupação média dos carregadores de 50 min	100%	100%	100%	89,37%
% de ocupação média dos carregadores de 120 min	93,53%	93,92%	94,14%	94,37%
Carregadores ocupados em média 70 min	4	4,94	4,94	4,94
Carregadores ocupados em média 50 min	2	3	4	4,46
Carregadores ocupados em média 120 min	20,58	18,78	17,88	16,98
Total de baterias carregadas	172	181	187	189

Fonte: Elaborado pelos autores

A quantidade total de baterias carregadas é o principal indicador do sistema. Nota-se na Tabela 5 que, com a realocação dos carregadores da faixa de 120 minutos de recarga para as outras faixas, gradativamente aumenta-se o número total de baterias carregadas ao final do expediente de 8h. Analisando-se o cenário 1 em comparação ao cenário 4, em que os carregadores foram realocados nas faixas de tempo de recarga de 50 minutos e 70 minutos, o número de baterias carregadas foi aumentado em aproximadamente 10% mantendo-se o número total de 28 carregadores alocados na operação de recarga, variando de 172 para 189.

Analisando os indicadores de filas das faixas de recarga, nota-se que o tempo de espera médio da faixa de 50 minutos no cenário 1, que era de 2,39 horas, caiu no cenário 2 para 1,51 horas, no cenário 3 caiu para 0,69 horas, e no cenário 4 o tempo de espera médio caiu para 0,27 horas. A forte queda do tempo em fila é um indicativo que essa faixa de tempo de recarga mais curta pode contribuir com o número total de baterias recarregadas ao final do dia. Nota-se também que nos cenários 1, 2 e 3, a ocupação dos carregadores foi de 100%. No cenário 4, com maior número de carregadores alocados, houve ociosidade de aproximadamente 10% da operação de recarga. Esse fato pode indicar que o cenário 4 é o limite de alocação de carregadores nessa faixa de tempo de recarga.

O indicador que traz o número médio de carregadores ocupados durante o expediente, mostra

que todos os carregadores na faixa de tempo de recarga de 50 minutos ficaram ocupados nos cenários 1,2 e 3, em que respectivamente foram alocados nessa faixa, 2, 3 e 4 carregadores. No cenário 4, o número de carregadores alocado nessa faixa de tempo de recarga foi 5, e o número médio de carregadores ocupados foi 4,46 durante 1 dia de expediente simulado. O comportamento desse indicador confirma que se alocar mais carregadores na faixa de tempo de recarga de 50 minutos, pode haver ociosidade e afetar a quantidade total de baterias carregadas.

Tabela 6 - Carregadores alocados x ocupados

		Carregadores 70min	Carregadores 50min	Carregadores 120min
Cenário 1	Alocados	4	2	22
	ocupados (média)	4	2	20,58
Cenário 2	Alocados	5	3	20
	ocupados (média)	4,94	3	18,78
Cenário 3	Alocados	5	4	19
	ocupados (média)	4,94	4	17,88
Cenário 4	Alocados	5	5	18
	ocupados (média)	4,94	4,46	16,98

Fonte: Elaborado pelos autores

5. Considerações Finais

O objetivo deste estudo foi analisar cenários possíveis para auxiliar no planejamento da capacidade da operação de recarga de baterias com o intuito de minimizar os efeitos de gargalos e elevar os volumes atendidos, por meio de simulação de eventos discretos.

As evidências obtidas demonstram que a aplicabilidade da simulação na operação analisada foi ampla. Anteriormente ao estudo, havia a percepção de que ganhos de produtividade eram possíveis sem elevar a alocação de recursos produtivos, fato comprovado pelo resultado da simulação.

Nos experimentos realizados no software Arena®, foi definida a quantidade total de 28 carregadores, que foram distribuídos nas diferentes faixas de tempos de recarga. A percepção inicial foi comprovada, visto que os cenários mostraram aumento do número total de baterias carregadas sem a necessidade de aumentar o número de carregadores alocados no sistema. Aumento no número de carregadores acarretaria oneração de recursos como espaço físico, mão-de-obra e energia elétrica.

O escopo desse estudo se limitou apenas à operação de recarga das baterias, por ser o ponto restritivo do sistema. As informações consideradas no estudo se basearam em histórico recente, mas podem ser reavaliadas com base em outros períodos anteriores, na busca de novos ganhos de produtividade.

Como estudos futuros pode-se sugerir a expansão do mapeamento de processo para as demais linhas de máquinas de pagamento que são processadas na operação de manutenção estudada. Também se sugere a inclusão de outras áreas que compõem o fluxo do processo de manutenção, bem como pode-se contemplar em novos modelos de simulação as chegadas de máquinas de pagamento no sistema estudado, fato que poderia ampliar a visão da cadeia de suprimentos com potencial de gestão de demanda mais eficiente e maior previsibilidade de prazos de entrega, redução do lead time de produção, redução do número de máquinas no sistema e utilização mais racional dos recursos produtivos.

Os tempos de operação das atividades pós-recarga de baterias que atendem as máquinas de pagamento são probabilísticos e aleatórios. Nesse contexto a simulação pode trazer maior conhecimento do comportamento do sistema em termos de lead time, e pode proporcionar a elaboração de cenários na busca por ganhos de produtividade e atendimento de demandas variáveis e mais elevadas do que as atuais.

REFERÊNCIAS

ALKHEDER, S.; ALOMAIR, A.; ALADWANI, B. Hold baggage security screening system in Kuwait International Airport using Arena software. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 11, n. 3, p. 687–696, 1 set. 2020.

ALVES, V. A. M. et al. Aplicação do Software Arena para simulação e modelagem de filas em um restaurante universitário. In: POISSON, E. (Ed.). **Gestão da Produção em Foco - Volume 42**. [s.l.] Editora Poisson, 2020.

ANTUNES, M. G. P.; SANTOS, J. R. T. Aplicação da modelagem e simulação computacional como ferramenta de otimização de processos do setor de pós-venda em uma empresa de prestação de serviços / Application of computational modeling and simulation as a process optimization tool for the after-sales sector in a service company. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 7931–7943, 8 ago. 2019.

BARBOSA, T. G.; BERTOLUCI, E. A. **ESTUDO DAS FILAS EM UM SUPERMERCADO COM APLICAÇÃO DO SOFTWARE DE SIMULAÇÃO ARENA**. VIII JORNACITEC - Jornada Científica e Tecnológica. **Anais...** In: VIII JORNACITEC - JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA. 30 set. 2019 Disponível em: <<http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIIIJTC/VIIIJTC/paper/view/1913>>. Acesso

em: 29 maio. 2021

BERALDO, G. et al. SIMULAÇÃO EM ARENA APLICADA EM EMPRESA DISTRIBUIDORA DE REMÉDIOS. **REVISTA FAFIBE ON-LINE**, v. 10, n. 1, p. 15–27, 30 mar. 2018.

BITTENCOURT, R.; VALENTE, A. M.; LOBO, E. Introducing a new support model for access control of road cargo vehicles at Brazilian ports through Radio Frequency Identification Technology (RFID). **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, p. 576–587, 16 jul. 2018.

CARMO, H. M. O. DO. GESTÃO DE RECEBÍVEIS: UMA ANÁLISE DA OFERTA DE MAQUINETAS DE CARTÃO PARA MICROEMPREENDEDORES INDIVIDUAIS. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 2, n. 2, p. 28–41, 2017.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos**. [s.l.] Afonso C. Medina, 2010.

CORREA, C. A.; CORRÊA, H. L. **Administração De Produção E Operações**. [s.l.] ATLAS EDITORA, 2017.

FERNANDES, L. A. F.; CAMPOS, K. A. DE. SIMULAÇÃO LOGÍSTICA COMO FERRAMENTA DE TOMADA DE DECISÃO EM UM POSTO MÉDICO DE UM CENTRO RELIGIOSO. **South American Development Society Journal**, v. 2, n. 6, p. 01–14, 15 mar. 2017.

FERRARI, S. C.; MORABITO, R. Application of queueing models with abandonment for Call Center congestion analysis. **Gestão & Produção**, v. 27, 6 abr. 2020.

FERREIRA, C. L. SIMULAÇÃO EM ARENA DE UMA FÁBRICA DE CIGARROS DE PALHA. **Revista Produção em Destaque**, p. 17, 2017.

KHOJASTEH, Y. **Production Management: Advanced Models, Tools, and Applications for Pull Systems**. [s.l.] Taylor & Francis, 2017.

LEÃO, L. B.; SOTTO, E. C. S. A EVOLUÇÃO DOS MEIOS DE PAGAMENTO. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 221–232, 30 jun. 2019.

MATTOS, M. A. B. B. DE. A verticalização e exclusividade dos arranjos de meios de pagamento brasileiros. 2017.

MONTEVECHI, J. A. B. et al. **Conceptual modeling in simulation projects by mean adapted IDEF: An application in a Brazilian tech company**. Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference. **Anais...** In: PROCEEDINGS OF THE 2010 WINTER SIMULATION CONFERENCE. dez. 2010

MOORI, R. G.; MORAIS, R. R.; GARDESANI, R. **GESTÃO DE ESTOQUE E DE DEMANDA: UM MODELO MENTAL EM SIMULAÇÃO ARENA**. XXII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. **Anais...** In: XXII SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES

INTERNACIONAIS. 29 maio 2019 Disponível em:

<<http://bibliotecadigital.fgv.br/ocs/index.php/simpoi/simpoi2019/paper/view/7016>>. Acesso em: 29 maio. 2021

PEREIRA, L. et al. Aplicação da Simulação Computacional através do ARENA no desenvolvimento diário dos WODs na CFP9. **undefined**, 2017.

PRADO, D. **Teoria das filas e da simulação**. [s.l.] Falconi Editora, 2017.

RODRIGUES, T. V. et al. Modelo para redução no tempo de carregamento, utilizando técnicas de modelagem e simulação/ Model for reduction in loading time, using modeling and simulation techniques. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 25386–25401, 20 nov. 2019.

RODRIGUES, V. A. R.; HERCULANI, R. SIMULAÇÃO EM SOFTWARE ARENA PARA ENTRADA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 303–317, 4 ago. 2020.

SANTOS, J. M. DOS; NASCIMENTO, D. C. DE O.; FERREIRA, A. DA SILVA. **REDUÇÃO DE LEAD TIMES EM UMA EMPRESA DE ELETROELETRÔNICOS: ESTUDO DE CASO**. Anais do XXXV ENEGEP. **Anais...** In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Fortaleza: 2015

SANTOS, R. S. B. DOS; CAJUI, R. M. F.; SILVA, A. M. DA. SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS APLICADA À GESTÃO DE FILAS EM UMA LOJA DE TECIDOS. **South American Development Society Journal**, v. 6, n. 17, p. 117, 22 ago. 2020.

SANTOS, S. Q. DOS. Simulação de uma Solução de Integração utilizando o ARENA®. 8 jun. 2020.

SANTOS, F. R. D. et al. Simulação de um sistema de filas em uma casa lotérica de Macapá, utilizando o software Arena / Simulation of a system of queues in a lottery house of Macapá, using the Arena software. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 12447–12470, 16 mar. 2020.

SILVA, A. N. et al. CONTRIBUTION OF COMPUTATIONAL SIMULATION FOR LAYOUT ANALYSIS IN A WOODEN FURNITURE INDUSTRY¹. **Revista Árvore**, v. 41, 22 jun. 2017.

SLACK, N. et al. **Gerenciamento de Operações e de Processos - 2ed: Princípios e práticas de impacto estratégico**. [s.l.] Bookman Editora, 2013.

SRIDHAR, P.; VISHNU, C. R.; SRIDHARAN, R. Simulation of inventory management systems in retail stores: A case study. **Materials Today: Proceedings**, 28 maio 2021.

ZAHRAEE, S. M. et al. Lean construction analysis of concrete pouring process using value stream mapping and Arena based simulation model. **Materials Today: Proceedings**, Second International Conference on Recent Advances in Materials and Manufacturing 2020. v. 42, p. 1279–1286, 1 jan. 2021.



XLI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
“Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis”
Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 18 a 21 de outubro de 2021.