

PROPOSTA DE REDUÇÃO DE *LEAD TIME* NA LINHA DE PRODUTOS TERMOELÉTRICOS DE UMA PEQUENA EMPRESA FAMILIAR DO INTERIOR PAULISTA

PROPOSAL OF LEAD TIME REDUCTION IN THE THERMOELECTRIC PRODUCTS LINE OF A SMALL COMPANY IN THE STATE OF SAO PAULO

Fernanda Veríssimo Soulé* E-mail:fernanda.soule@gmail.com
Ana Beatriz Lopes Francoso* E-mail:beatriz.francoso@gmail.com
Luana Bonome Message Costa* E-mail:bonome.luana@gmail.com
Tatiana Kimura Kodama * E-mail:kimura.tatiana@gmail.com
Nayara Cristini Bessi* E-mail:nayara@nit.ufscar.br
Luís Schiavon ** E-mail:luis.schiavon@hotmail.com
Moacir Godinho Filho* E-mail: moacir@dep.ufscar.br

*Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP

** Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP), São Carlos, SP

Resumo: O *Quick Response Manufacturing (QRM)* é uma maneira de empresas manufatureiras alcançarem flexibilidade. Este é um elemento-chave para diferenciação e potencialização da competitividade. Há poucas pesquisas empíricas cujo tema permeia micro e pequenas empresas (MPEs) e flexibilidade da produção, o que pode impactar a apropriação dessa abordagem por esses importantes atores da nossa economia. Este artigo objetiva demonstrar os resultados de uma pesquisa de campo que utilizou o *QRM* para propor ações capazes de reduzir o *lead time* da linha de termoeletrônicos de uma pequena empresa familiar do interior paulista. Foram propostos a) o equilíbrio dos *throughputs* das operações lentas, reduzindo 50% dos lotes de produção seguido de reduções gradativas; b) a implantação da manufatura celular e melhorias da gestão dos estoques intermediários, utilizando o sistema *POLCA* e gestão visual; c) a implantação de um planejamento integrado de vendas e operações e regras para priorização de pedidos. Identificou-se que a proposta geraria uma redução de *lead time* de 39 para 21,3 dias e uma redução inicial de 51% no custo do estoque de matéria prima, podendo chegar até 69%. Notaram-se: a) problemas de gestão, capacidade de investimento e relação com fornecedores, frequentes em MPEs familiares; b) o *QRM* pode ser adaptado para as necessidades de MPEs; c) a importância da interação entre o conhecimento desenvolvido na academia e as pequenas empresas familiares.

Palavras-chave: pequena empresa familiar. Redução de *lead time*. *Quick Response Manufacturing*

Abstract: Quick Response Manufacturing (QRM) is a way manufacturing companies may increase their flexibility. Manufacturing flexibility is a key to differentiation and enhancement of competitiveness. There is few empirical research on the topic of how small and medium-sized enterprises (SME) may benefit from QRM, what may impact the appropriation of this approach by these important actors of our economy. This article aims to present the results of a project which applied QRM to reduce the lead time of a small company located in the state of Sao Paulo. It was proposed to a) balance the throughputs of slow operations, reducing 50% of production batches; b) implement cellular manufacturing and improvements in the management of Work In Process, using the POLCA system and visual management; c) implement an integrated sales and operations planning (S&OP) and rules for prioritization of orders. It was identified that the proposal would generate a lead time reduction from

39 to 21.3 days and a decrease of at least 51% in the raw materials stock costs. During the research, the following conclusions could be drawn: a) problems in management, investment capacity and relationship with suppliers are frequent in family-owned SMEs; b) QRM approach can be adapted to work within this environment; c) the knowledge developed in academia can be an important tool to help family-owned SMEs to supplant these obstacles.

Keywords: Small family-owned business. Lead time reduction. Quick Response Manufacturing

1 INTRODUÇÃO

Em 1998, Rajan Suri (1998) cunhou a abordagem *Quick Response Manufacturing (QRM)* (GODINHO FILHO, 2004), inserida na década de 80, em um contexto no qual se consolidava a preocupação das empresas com a flexibilidade, velocidade e pontualidade de produção. O autor estava enraizado nas estratégias adotadas por companhias japonesas, conhecidas como *Time-Based Competition* (Competição Baseada no Tempo – TBC). A abordagem TBC e, conseqüentemente, a *QRM* inferem que a gestão da produção deve ser mais cautelosa com o tempo e capaz de remover continuamente desperdícios ou atividades que não agregam valor (SIM; CURATOLA, 1999). O *QRM* é definido como uma estratégia para redução de *lead time* em toda a empresa, de modo a buscar, simultaneamente, baixos custos, alta qualidade, entrega rápida e flexibilidade em curto prazo (SURI, 1998).

A atividade prática e científica dessa abordagem é relativamente recente e atualmente relevante. Godinho Filho e Veloso Saes (2013) identificaram *gaps* na literatura acerca da abordagem TBC e *QRM*, entre eles: a) estudos quantitativos que evidenciam seus benefícios e o uso de estudos empíricos; b) estudos que refletem sobre os princípios e ferramentas, principalmente aqueles relacionados ao nível de utilização, tamanho do lote e medidas de desempenho; c) estudos que aplicam os princípios e ferramentas na prática.

Outro *gap* visível é que os poucos estudos que utilizam a abordagem TBC-*QRM* têm como objeto de estudo grandes empresas, ficando às margens as micro e pequenas. De acordo com Piovezan, Laurindo e Carvalho (2008), de maneira geral, os modelos de estratégia encontrados na literatura são predominantemente voltados para grandes empresas. Porém, pequenas e médias empresas também necessitam planejar suas estratégias, mas de maneira que sejam respeitadas suas peculiaridades.

De acordo com Gohr e Silva (2015), especialmente para as pequenas empresas, o cenário competitivo vem se tornando cada vez mais acirrado, sendo necessário que essas empresas utilizem da melhor forma possível seus recursos e capacidades, alinhadas com as prioridades competitivas, para sobreviverem no mercado e expandirem seus horizontes. Para responder com rapidez às mudanças do mercado ocasionadas pelo processo de globalização, Hennig, Danilevicz e Dutra (2012) afirmam que as organizações precisam ser suficientemente flexíveis.

Serrão e Dalcol (2001) apresentam que há poucas pesquisas científicas cujo tema permeie micro e pequenas empresas (MPEs) e flexibilidade da produção, o que pode retardar a elevação da competitividade dessas. Lara e Guimarães (2014) identificaram, por meio de um *survey*, que a flexibilidade de produção é um fator competitivo importante para MPEs, pois ela contribui na geração de práticas inovativas.

Para Serrão e Dalcol (2001), as MPEs ganham especial importância no contexto de reestruturação industrial, que gerou a desverticalização das operações e terceirização dos sistemas produtivos de grandes empresas, gerando uma necessidade de se refletir também sobre a atuação dessas organizações menores. No Brasil, também pouco se pesquisa sobre este tema sendo possível citar poucos autores que aplicaram a abordagem *QRM* em MPEs (BONANDI; COPPINI; VIEIRA JÚNIOR, 2010; FAVONI; LOPES; NADALETO, 2011; GODINHO FILHO; HAYASHI; RUFO, 2013; THURER; GODINHO FILHO, 2012). Verificou-se ainda que os estudos não expõem possíveis especificidades que MPEs brasileiras enfrentariam ao aplicar essa abordagem.

Este artigo tem potencial de contribuir para o desenvolvimento da literatura científica e também como de modelo de aplicação do *QRM* para outras pequenas empresas que desejam reduzir o *lead time* e se tornar mais flexíveis e competitivas. O objetivo consistiu em demonstrar os resultados de um estudo de caso que utilizou a abordagem *QRM* para propor ações capazes de reduzir o *lead time* da linha de produção de termoelétricos de uma pequena empresa familiar atuante nos setores de estética, informática e utilidade doméstica do interior paulista. A aplicação do estudo se faz especialmente relevante para a empresa estudada, auxiliando na reflexão sobre novas estratégias produtivas frente a uma situação futura

vislumbrada, de maior demanda e variedade no portfólio de produtos, sendo fundamental o alinhamento da estratégia de produção com a estratégia de negócios para a obtenção de vantagem competitiva sustentável (GUIMARÃES *et al.*, 2014).

Nas seções que seguem serão abordados aspectos teóricos do *QRM* e algumas de suas principais ferramentas, seguido da descrição da pesquisa de campo realizada na empresa, da proposta desenvolvida e de algumas considerações acerca da aplicação.

2 QUICK RESPONSE MANUFACTURING E PEQUENAS EMPRESAS

O *QRM* visa reduzir o *lead time* em todas as áreas das empresas desde a produção, cadeia de suprimentos, escritório, desenvolvimento de produtos entre outras, visando melhorar a qualidade, reduzir custos e eliminar desperdícios, que não agregam valor. Esta estratégia tem como base 10 princípios fundamentais, conforme mostra o Quadro 1 (SURI; 1998).

Quadro 1 - Princípios fundamentais do *QRM*

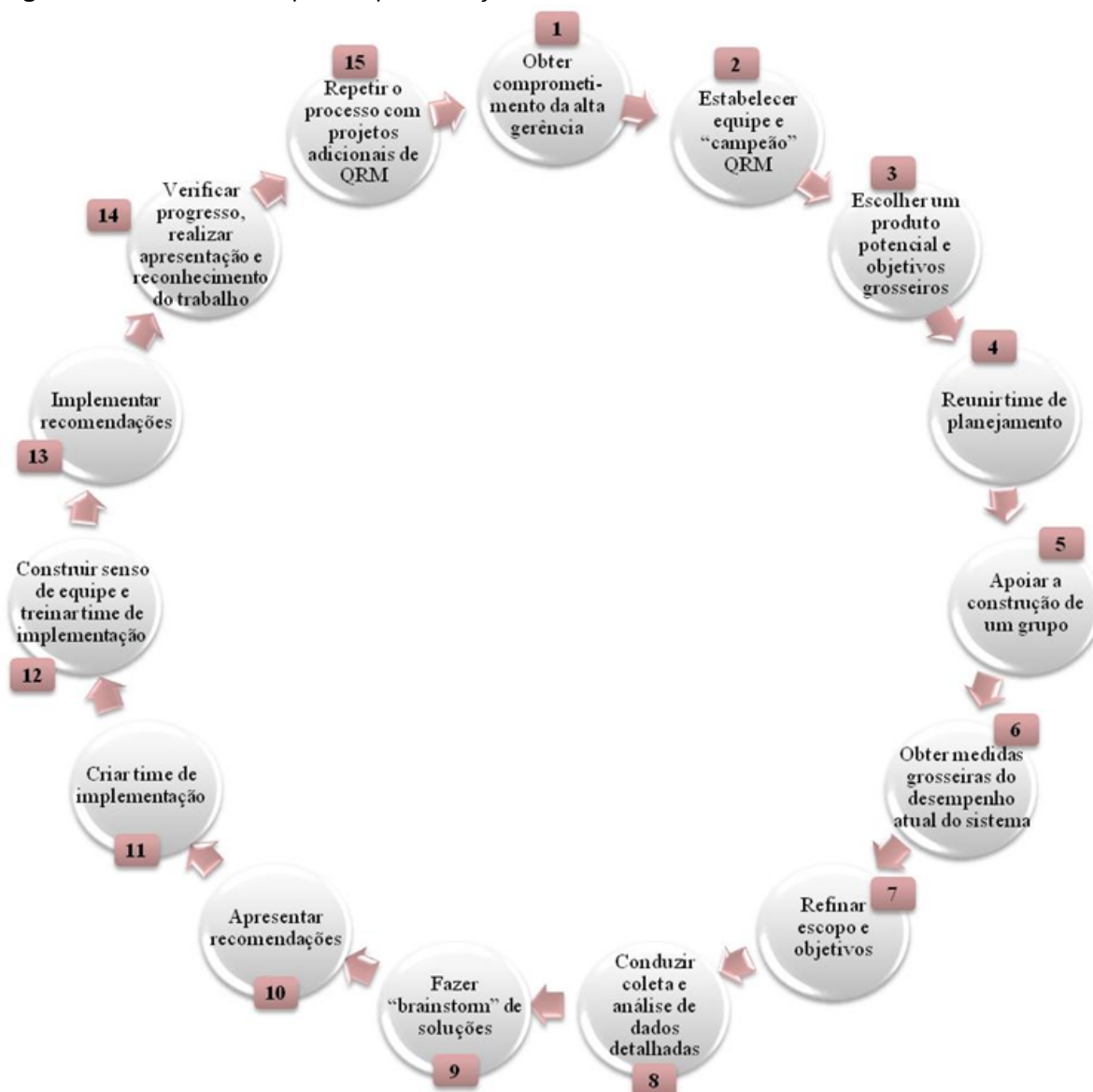
1	Encontre uma forma totalmente nova para executar os trabalhos, com foco na redução do <i>lead time</i>
2	Planeje a capacidade dos recursos críticos em 80% ou mesmo 70%
3	Mensure a redução do <i>lead time</i> e faça com que seja a principal medida de desempenho
4	Meça e recompense as reduções do <i>lead time</i>
5	Utilize o <i>MRP (Material Requirements Planning)</i> somente para planejar e coordenar materiais no alto nível (planejamento da produção), já o controle da produção deve ser feito por meio do sistema <i>POLCA</i>
6	Motive os seus fornecedores a implementar o <i>QRM</i> , resultando em pequenos lotes com baixos custos, melhor qualidade e <i>lead time</i> baixo
7	Faça o seu cliente entender o programa <i>QRM</i> , e negocie uma redução nos tamanhos dos lotes com preços razoáveis
8	Elimine as barreiras funcionais criando células nos escritórios e disponha de uma equipe multifuncional responsável por uma família de produtos
9	Deixe claro a todos na empresa que a razão do programa <i>QRM</i> não é simplesmente reduzir o tempo para poder cobrar mais por trabalhos mais rápidos, mas sim reduzir o tempo para criar uma empresa com sucesso no longo prazo
10	Treine as pessoas da empresa para mudar de mentalidade, pois o maior obstáculo do <i>QRM</i> é o preconceito

Fonte: Adaptado de Suri (1998)

A implantação da abordagem é realizada por meio da aplicação de quinze procedimentos (Figura 1) e há alguns elementos chave nesse processo: a) deve haver um entendimento de noções básicas sobre *QRM* em toda empresa; b) os trabalhadores e gerentes precisam entender pontos básicos de dinâmica de sistemas; c) o programa *QRM* deve ser implementado tanto no chão de fábrica como nos escritórios; d) as políticas *QRM* devem ser incorporadas em todas as áreas, tanto os colaboradores do chão de fábrica como os de escritório precisam entender

minuciosamente o conceito de células de trabalho; e) obstáculos para implementação devem ser antecipados, sempre que possível, para que todos estejam preparados para combatê-los; f) a alta gestão não deve tentar reorganizar toda a empresa imediatamente; g) etapas concretas para implementar QRM devem ser identificadas no início da iniciativa (SURI, 1998).

Figura 1 - Procedimentos para implementação do QRM



Fonte: Adaptado de Suri (1998)

Suri (1998) defende que as empresas que implementam com sucesso a estratégia *QRM* tornam-se competidores formidáveis nos seus mercados de atuação, entregando produtos de alta qualidade de forma mais rápida do que seus concorrentes, o que faz com que seus clientes fiquem satisfeitos. De fato, a flexibilidade é uma das características estratégicas nas indústrias de manufatura (ESTORILIO; ESTURILHO, 2013) fundamental para a competitividade das MPEs, no contexto de reestruturação industrial apontado por Serrão e Dalcol (2001). Em consonância com essa ideia, Thurer *et al.* (2013) demonstram que as pequenas empresas brasileiras têm como uma de suas prioridades competitivas a flexibilidade. Diversos estudos internacionais também têm destacado a importância da flexibilidade no contexto das MPEs (ISLAM; TEDFORD; HAEMMERLE, 2006; REDONDO; FIERRO, 2007; ZAHRA *et al.*, 2008; ISLAM; TEDFORD, 2012; SEGARO, 2012; MCDOWELL, 2013). Infere-se que a aplicação da abordagem *QRM* ganha destaque na redução do *lead time* e, conseqüentemente, no desenvolvimento dessa prioridade competitiva.

Na seção a seguir, é apresentada uma revisão de literatura sobre estudos brasileiros que buscaram a redução do *lead time* em pequenas e médias empresas.

2.1 Abordagem *QRM* e sua aplicação em pequenas empresas brasileiras

As MPEs familiares são um tipo específico de MPE em que a sucessão da diretoria está ligada ao fator hereditário e os valores institucionais identificam-se com o sobrenome da família ou com a figura do fundador (LODI, 1993). As MPEs se deparam com algumas situações cujo impacto causado nos negócios difere significativamente do que possivelmente ocorreria em grandes empresas. Entre elas: a) gestão centralizada no gestor; b) grau de profissionalização; c) limitações de investimento; d) capacidade de negociação com os fornecedores.

Segundo Bhide (1994) as MPES adotam estratégias pouco formalizadas, muitas vezes refletidas nas decisões do dirigente apenas. Ao que se refere à profissionalização, nem sempre os gestores possuem perfil para trabalhar em determinados cargos, ou mesmo possuem a formação adequada para tal, por falta de conhecimento técnico, falta de liderança e estratégias gerenciais (PITOL *et al.*,

2014). Leone (1999) cita também como especificidades das MPEs a escassez de recursos e fraqueza das partes no mercado.

Timilsina, Haapalainen e Takala (2014) investigaram a percepção de gestores do setor de energia e evidenciam que, de modo geral, pequenas empresas são mais flexíveis e focadas no cliente em comparação com as grandes empresas. Provavelmente, devido ao pequeno tamanho do mercado, número limitado de clientes e baixos requisitos de investimento. No entanto, os processos de planejamento e controle são pouco formalizados e quantificados (LEONE, 1999).

Como resultado de um estudo exploratório em anais de eventos nacionais e bases de dados, o Quadro 2 apresenta alguns dos artigos encontrados cujos autores demonstraram interesse na redução do *lead time* das operações de pequenas e médias empresas.

Quadro 2 - Estudos brasileiros que buscaram a redução do *lead time* em pequenas e médias empresas

Autor	Título	Escopo
BONANDI; COPPINI; VIEIRA JÚNIOR (2010)	Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para profissionalização de uma empresa familiar	Aplicar o mapeamento do fluxo de valor e técnicas <i>lean</i> em uma empresa familiar.
FAVONI; LOPES; NADALETO (2011)	Nivelamento da produção: aplicação em uma indústria metalúrgica de autopeças	Descrever o processo de implantação do nivelamento da produção e quantificar a redução de estoques de uma empresa de autopeças de médio porte no município de Pederneiras/SP.
THURER; GODINHO FILHO (2012)	Redução do <i>lead time</i> e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: a abordagem <i>Workload Control</i> para o Planejamento e Controle da Produção	Apresentar uma abordagem para o planejamento e controle da produção denominada Controle de Carga (<i>workload control</i>). Esta tem potencial de trazer melhorias no <i>lead time</i> , no estoque em processo e na pontualidade de entregas em ambientes que fabricam sob encomenda (<i>Make-to-order</i>).
GODINHO FILHO; HAYASHI; RUFO (2013)	Uso da abordagem <i>Quick Response Manufacturing</i> para a redução do <i>lead time</i> em uma empresa do setor calçadista	Propor melhorias no sistema produtivo da empresa para diminuir o <i>lead time</i> total dos pedidos de suas lojas próprias.

Fonte: Elaboração própria

Considerando uma amostra de cinco empresas, Serrão e Dalcol (2001) levantaram como é percebida a relevância de diversas dimensões da flexibilidade de manufatura em MPEs e destacaram que essas consideraram extremamente importante a flexibilidade da mão de obra. Em relação à flexibilidade de expansão, volume e mix de produtos não se verificou unanimidade, variando as respostas entre ter alguma importância e ser extremamente importante. As flexibilidades de movimentação de material, roteamento e operação receberam níveis de importância

mais baixos e ao que se refere à flexibilidade de máquina, observou-se uma maior diversificação nas respostas obtidas.

Bonandi, Coppini e Vieira Júnior (2010) concluíram que reduzir desperdícios focando na padronização de tarefas básicas, aplicando conceitos de melhoria contínua e nivelamento da produção, contribuiu para o desempenho global da pequena empresa estudada e afirmaram trazer benefícios financeiros.

No estudo de Favoni, Lopes e Nadaletto (2011), os autores verificaram que o nivelamento do *lead time* médio de produção de um único tipo de produto diminuiu o *lead time* produtivo de cinco dias para um. Os autores afirmam que a aplicação gerou benefícios em todos os setores da empresa, principalmente no que se refere à redução dos estoques de matéria-prima e produto acabado e estoques em processo. O departamento de programação da empresa estudada passou a trabalhar com maior facilidade e confiabilidade e toda a linha produtiva não precisou mais de horas extras, conseguindo cumprir as metas estabelecidas pelos gestores.

Thürer e Godinho Filho (2012b) realizaram simulações de um *job shop* puro de uma pequena empresa. O ambiente simulado continha seis centros de trabalho, cada um tendo uma única máquina e a mesma probabilidade de ser utilizados. Com a pesquisa, afirmaram que o *throughput* e o *lead time* podem ser significativamente reduzidos por meio do uso do *workload control*, sendo essa uma solução apropriada para o complexo processo decisório de planejamento e controle da produção em empresas *make-to-order*.

Godinho Filho, Hayashi e Rufo (2013) diagnosticaram que a forma como a produção dos calçados era feita gerava altos *lead times* na produção (47,5 dias), o que estava relacionado principalmente às atividades de compras, pesponto externo e planejamento e controle da produção. As soluções propostas pelos autores seriam capazes de reduzir 58% no *lead time* total do processo de fabricação de calçados, além de uma redução de 92% na atividade de pesponto e 80% nas atividades de planejamento e controle da produção.

A partir do levantamento realizado, além de poder se verificar que há poucos estudos acerca da redução de *lead time* em MPEs brasileiras, percebe-se que esses estão focados apenas nos benefícios da redução, não evidenciando possíveis particularidades que MPEs enfrentariam com a implementação das propostas.

2.2 Ferramentas e técnicas utilizadas para a redução do *lead time*

A abordagem desenvolvida por Suri (1998) propõe algumas ferramentas específicas para a redução do *lead time*. No entanto, qualquer ferramenta que auxilie na redução do *lead time* pode ser aplicada em projetos de QRM. A seguir, são apresentadas as ferramentas e técnicas utilizadas nessa pesquisa. São elas: a) *Manufacturing Critical-path Time (MCT)*; b) Manufatura celular QRM; c) *Paired cell Overlapping Loops of Cards with Authorization (POLCA)*; d) Tamanho de lote ideal; e) Gestão visual de estoques.

O *MCT* é uma métrica para *lead time* que foca nos resultados e na forma como esses são alcançados; é a típica quantidade de tempo no calendário (ou seja, de dias corridos) do caminho crítico a partir da criação de uma ordem até a primeira parte da ordem ser entregue (SURI, 2010). O objetivo do *MCT* é promover uma estimativa razoável para identificar as melhores oportunidades de melhoria, demonstrando onde estão os maiores *lead times* e, provavelmente, os maiores desperdícios (ERICKSEN *et al.*, 2007).

A manufatura celular busca um fluxo de materiais rápido e suave na fábrica, simplificando as operações (NAHMA *et al.*, 2003) a partir do processamento de uma coleção de peças similares (família de peças) em um conjunto dedicado de máquinas ou processos de fabricação (células) (SINGH, 1993). No contexto do QRM, de acordo com Suri (2010), as células são mais flexíveis do que as células tradicionais e não precisam ter um fluxo celular. Esta flexibilidade, sem afetar o seu desempenho, é um dos pontos fortes das células QRM. Para coordenar o fluxo entre as células de forma efetiva, utiliza-se a estratégia de controle de materiais denominada *POLCA*.

O *POLCA* é um sistema para controle e reposição de materiais que busca restringir a quantidade de trabalho em processo no chão de fábrica, a fim de alcançar uma média baixa do tempo de atravessamento (*throughput time*). Chinet e Godinho Filho (2014) afirmam que a prática do *POLCA* é pouco conhecida em território nacional, configurando-se uma ótima oportunidade para gerentes de Planejamento e Controle, uma vez que este sistema vem demonstrado excelentes resultados na redução de *lead time*. Na prática, o cartão *POLCA* puxa a produção, mas apenas quando autorizada pelo *High level MRP (HL/MRP)*, ou seja, apenas

quando há demanda para o produto a ser fabricado. O sistema *POLCA* é, portanto, híbrido, incorporando técnicas dos sistemas empurrado e puxado.

Para o cálculo da quantidade inicial de cartões *POLCA* em cada célula, utiliza-se a Fórmula (1), com as respectivas variáveis apresentadas no Quadro 3. Pode-se adicionar uma margem de segurança de, por exemplo, 10% à quantidade obtida. A quantidade deve ser refinada com o sistema em operação.

$$NAB = (LA + LB) \times \left(\frac{FAB}{D}\right) \quad NAB = (LA + LB) \times \left(\frac{FAB}{D}\right) \quad (1)$$

Quadro 3- Variáveis para cálculo da quantidade de cartões *POLCA* em cada célula

NAB: Número de cartões <i>POLCA</i> A/B
LA: <i>Lead time</i> (em dias) da célula A
LB: <i>Lead time</i> (em dias) da célula B
FAB: Total de tarefas que vão de A para B no período D
D: número de dias de trabalho (horizonte de planejamento)

Fonte: Suri (2010, p. 8)

Os altos *lead times* podem ainda ser causados por excesso de estoque em processo, que irão acarretar em atrasos nas entregas e afetar diretamente na qualidade do produto final (LAMBERT *et al.*, 1998). Assim, uma das formas de diminuir o *lead time* é por meio de uma gestão de estoque mais eficiente.

A literatura sobre o *QRM* contribui para encontrar o tamanho do lote que leve à maior redução de *lead time* possível. As equações propostas por Suri (1998) para dimensionamento de lotes e programação da produção representam dois estágios. Um primeiro estágio contribui para determinar o tamanho do lote ideal a partir de algumas variáveis. O segundo visa a calcular o impacto do tamanho do lote em relação à sua utilização. As variáveis disponíveis no Quadro 4 são utilizadas nos cálculos de dimensionamento do lote e verificação do impacto que o lote causa na utilização. A Fórmula (2) é utilizada para calcular o dimensionamento dos lotes e a Fórmula (3) e (4) são utilizadas no segundo estágio, que se refere ao cálculo do impacto do tamanho do lote em relação à sua utilização.

Quadro 4- Variáveis utilizadas no cálculo de dimensionamento dos lotes e impacto na utilização

D = Demanda por período (dia)
H = Horas trabalhadas por período (dia)
L = Tamanho médio do lote
TA1 = Tempo entre pedidos de 1 peça = H/D
TA = Tempo entre pedidos de 1 lote médio = L x TA1
TSU = Tempo de set up para uma ordem
TJ = Tempo médio para concluir um trabalho
TJ1 = Tempo para se fazer uma peça, após o set up

Fonte: Suri (1988, p. 160-161)

$$TJ = TSU + L \times TJ1 \quad TJ = TSU + L \times TJ1 \quad (2)$$

$$U = \frac{TJ}{TA} \quad U = \frac{TJ}{TA} \quad (3)$$

$$U = (TSU + L \times TJ1) / (L \times TA1) = TSU / (L \times TA1) + TJ1 / TA1$$

$$U = (TSU + L \times TJ1) / (L \times TA1) = TSU / (L \times TA1) + TJ1 / TA1 \quad (4)$$

O gerenciamento visual dos estoques também pode ser um aliado na busca pela redução de *lead times*. Entende-se por gerenciamento visual o uso de artifícios que são capazes de tornar visíveis os estoques em processo, tornando possível uma melhor administração e controle das prioridades do chão de fábrica mediante sinalizadores visuais. Esse mecanismo habilita qualquer pessoa, até mesmo que não conheça detalhadamente a rotina da fábrica, a compreender o processo produtivo por meio da simples observação (HALL, 1988; RECH, 2004), e no alinhamento da visão dos problemas e do andamento das atividades (RECH, 2004).

3 MÉTODO E PROCEDIMENTOS

A proposição e aplicação do *QRM* segue a lógica da pesquisa de campo, compreendida por Lakatos e Marconi (2004) como uma investigação *in loco* do objeto de estudo, sendo realizada a partir de entrevistas dirigidas, questionários e observações sistêmicas. O método adotado foi o estudo de caso. Utilizou-se uma amostra não probabilística e intencional, que contemplou a empresa descrita na seção a seguir. Os procedimentos adotados seguiram os primeiros dez passos do procedimento metodológico proposto por Suri (1998), apresentado anteriormente na Figura 1, e estão dispostos no Quadro 5. A estrutura de apresentação deste estudo baseia-se no estudo de caso de Scheller e Miguel (2014).

Quadro 5 - Passos do procedimento metodológico e atividades associadas a cada um

Passos	Atividades	Detalhamento
1. <i>Obtenção do comprometimento da alta gerência</i>	a) Duas reuniões de preparação entre autores b) Reunião dos pesquisadores com alta gerência e presidência	Foram realizadas reuniões de preparação a fim de se estabelecer a agenda e elaborar material para reunião com alta gerência e presidência. Nessa reunião, foram apresentados o método <i>QRM</i> , suas possibilidades de aplicação e seu potencial de apoiar a melhoria de desempenho em diversos setores da empresa. Nesse momento, já foi definido o foco do projeto como sendo as atividades produtivas.
2. <i>Estabelecimento da equipe e "campeão" QRM</i>	a) Reunião dos pesquisadores com alta gerência e presidência	O papel de "campeão" <i>QRM</i> foi designado ao engenheiro responsável pela fábrica. A equipe de trabalho foi formada pelo mesmo engenheiro, por um analista de negócios e pelos pesquisadores, contando-se ainda com o apoio da alta gerência e da presidência no estabelecimento e aprovação das questões mais centrais e estratégicas do projeto.
3. <i>Escolha de um produto potencial e objetivos grosseiros</i>	a) Reunião com equipe de trabalho, alta gerência e presidência	Definiu-se como foco de atuação a linha de termelétricos, tendo-se como objetivo a redução de <i>lead time</i> dessa.
4. <i>Reunião do time de planejamento</i>	a) Duas reuniões com equipe de trabalho; b) Validação de escopo com alta gerência e presidência	Nessas reuniões, foram construídos cronograma de trabalho macro e detalhado, matriz de reuniões e escopo do projeto. O material construído foi validado pela alta gerência e presidência.
5. <i>Apoio na construção de um grupo</i>	a) Treinamento de "campeão" <i>QRM</i> e analista de negócios em <i>QRM</i>	A fim de se obter um maior comprometimento da equipe de trabalho com o projeto, foi realizado um treinamento individualizado à distância tanto com o "campeão" <i>QRM</i> quanto com o analista de negócios que integrou a equipe de trabalho. O treinamento teve como objetivo aprofundar o conhecimento sobre o método <i>QRM</i> .
6. <i>Obtenção de medidas grosseiras do desempenho atual do sistema</i>	a) Levantamento de tempos de setup, tempos produtivos, <i>work in process (WIP)</i> , etapas do processo produtivo e fluxos de materiais, <i>layout</i> ; b) Construção de <i>MCT</i> ; c) Mapeamento do gargalo; d) Desenho do processo, com <i>layout</i> e seus tempos produtivos, de setup e de espera	Foram levantados e sintetizados os dados previamente coletados. Em seguida, verificou-se a necessidade de levantamento de dados complementares, em diversas etapas do processo, que foram medidos <i>in loco</i> . Com esses dados, foram desenvolvidos o gráfico <i>MCT</i> , o mapeamento do gargalo e o desenho do processo, conforme citado nas atividades.
7. <i>Refinamento do escopo e objetivos</i>	a) <i>Dois reuniões com equipe de trabalho</i>	A partir de análises do desempenho prévio do sistema, foram refinados o escopo e objetivos do projeto. Verificou-se um excesso de capacidade ociosa no sistema, definindo-se como base para o trabalho a projeção de crescimento de 50% para o ano seguinte. Vislumbraram-se 3 oportunidades de redução do <i>lead time</i> , apresentadas na seção 4.

Quadro 5 - Passos do procedimento metodológico e atividades associadas a cada um

(Conclusão)

8. <i>Condução da coleta e análise de dados detalhadas</i>	a) 7 entrevistas b) Três reuniões com equipe de trabalho c) Análise documental	Foram conduzidas entrevistas individuais com o engenheiro responsável pela linha de termoeletrônicos, quatro operadores da linha, analista de compras e uma coletiva com analista de negócios, alta gerência e presidência. Os documentos analisados foram relatórios de vendas, listas de materiais e fluxogramas. Os dados coletados foram analisados utilizando-se a Árvore da Realidade Atual (ARA) em reuniões de equipe.
9. <i>Elaboração de um "brainstorm" de soluções</i>	a) Três reuniões com equipe de trabalho	A partir da análise dos dados, dos mapeamentos realizados e da ARA, foram pensadas possíveis soluções com a equipe de trabalho. As soluções foram classificadas de acordo com a ordem cronológica de implantação e as ferramentas necessárias para cada uma, conforme descrito nas seções de Sugestões de Melhorias e Resultados Esperados deste artigo.
10. <i>Apresentação das recomendações</i>	a) Uma reunião entre equipe de trabalho, alta gerência e presidência	As soluções desenvolvidas foram apresentadas à alta gerência e presidência para validação e <i>feedback</i> .

Fonte: Elaborado pelo autor

3.1 Unidade de caso: a empresa e escopo do estudo

O objeto deste estudo é uma pequena empresa familiar atuante nos setores de estética, informática e utilidade doméstica. A empresa foi fundada na década de 1970 na cidade de Vinhedo-SP e, desde então, possui uma única unidade produtiva localizada na cidade. Foi pioneira na fabricação e comercialização da touca térmica, tornando-se referência no setor de estética no Brasil. Atualmente, possui 40 funcionários diretos, faturamento médio mensal de R\$ 400 mil e conta com 3.000 m² de área construída. Seu portfólio oferece cerca de 50 produtos subdivididos entre os diferentes setores em que atua. A escolha da empresa se deve ao fato de que essa possui como meta de curto prazo a ampliação de seu mercado e portfólio de produtos, que já é consideravelmente variado.

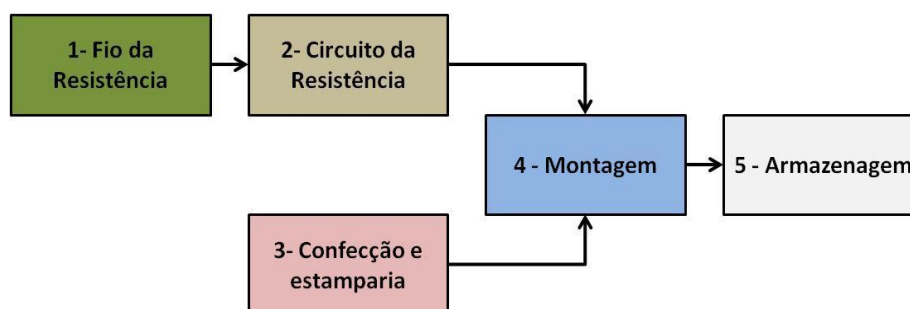
O escopo adotado foi o processo produtivo dos produtos termoeletrônicos. Esse foi definido juntamente ao corpo técnico e executivo da empresa e se deve à importância da linha, que representa cerca de 40% da receita total da empresa. Além disso, também há planejamento de inserção de novos produtos para a linha, o que torna a redução dos tempos não produtivos ainda mais relevante.

A linha de produtos termoeletrônicos da organização é formada por catorze produtos diferentes, sendo eles: i. Almofada térmica; ii. Cinta térmica; iii. Manta termoeletrica Corporal 29 x 50 cm; iv. Manta termoeletrica Corporal 40 x 133 cm; v.

Manta termoelétrica Corporal 40 x 85 cm; vi. Manta termoelétrica Corporal Estética; vii. Máscara/ Sauna facial, todos com as opções de voltagem de 127V e 220V.

O processo produtivo da linha é apresentado na Figura 2, sendo constituído por cinco operações principais, cada uma englobando múltiplas atividades. Consideraram-se as operações dessa forma, pois cada uma delas conta com um estoque intermediário disponibilizado para a operação seguinte. A operação “Fio da Resistência” consiste no acoplamento de aramida com um fio metálico, cujo tipo de metal e espessura dependem do produto a ser feito. A operação “Circuito da Resistência” consiste no corte dos fios da resistência no tamanho determinado para cada produto e na instalação dos protetores termoelétricos (termostatos e termorretráteis). A operação “Confecção e Estamparia” consiste no corte, prensagem e junção dos plásticos, seguidos pela *silkagem*. Por último, a montagem constitui-se de testes da resistência, passagem dos circuitos e viés, controle de temperatura e embalagem, etiquetagem e prospecto.

Figura 2 - Processo produtivo da linha de produtos termoelétricos



Fonte: Elaboração própria

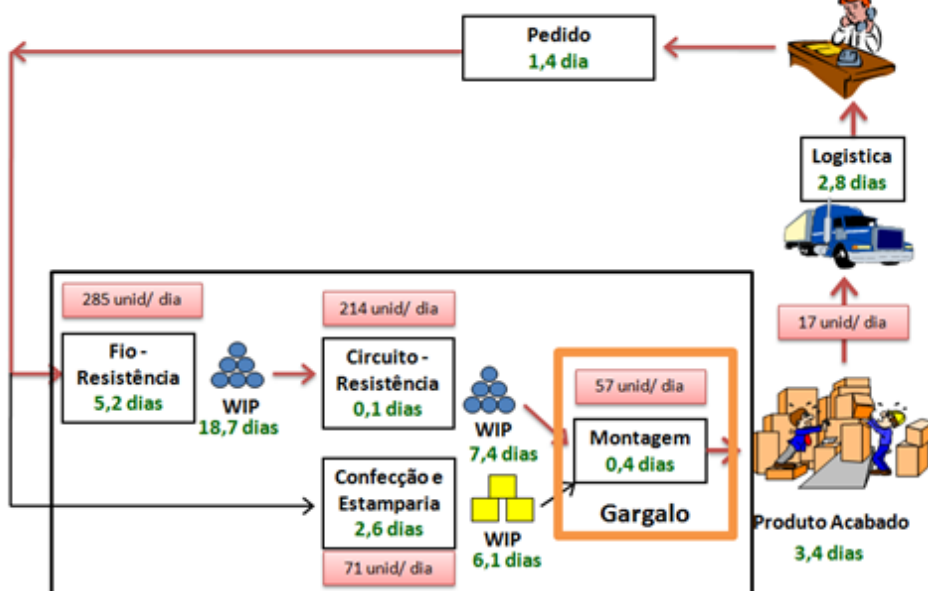
A próxima seção apresenta o diagnóstico de problemas que fundamentaram a proposta de melhoria. Para isso, inicialmente foi elaborado o mapeamento do processo produtivo e do caminho crítico da linha, detectando onde se encontravam os maiores *lead times*. Em seguida, foi construída uma árvore da realidade atual (ARA) a fim de se compreender as causas dos problemas encontrados.

4 ANÁLISE E DESCRIÇÃO DO CASO

4.1 Mapeamento do processo produtivo e caminho crítico da linha

O mapeamento do processo produtivo e caminho crítico da linha foi realizado a partir dos tempos produtivos fornecidos pela empresa e coletados na pesquisa. Esses tempos foram transformados em dias de calendário (SURI, 1998). Também foi considerado o *time slicing* (SURI, 1998) nos casos da extrusora, prensa, máquina de corte e mão de obra, uma vez que esses recursos são compartilhados com outras linhas. Identificou-se que o caminho crítico da linha de termoeletrônicos corresponde à seguinte sequência de operações: Pedido; Fio da Resistência; Circuito da Resistência; Montagem; Produto Acabado; Logística (Figura 3).

Figura 3 - Lead time de cada etapa do processo produtivo



Caminho Circuito-Resistência (CAMINHO CRÍTICO) = 1,4+5,2+18,7+0,1+7,4+0,4+3,4+2,8 = 39,4 dias

Caminho Confecção e Estamparia = 1,4+2,6+6,1+0,4+3,4+2,8 = 16,7 dias

Fonte: Adaptado de Suri (1998)

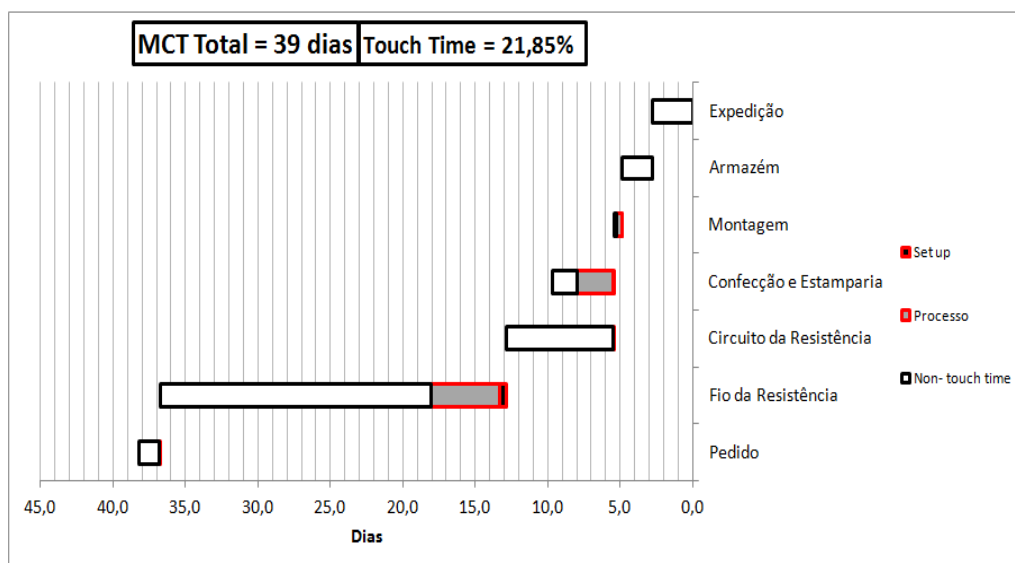
Foi calculado o *throughput* de cada operação, verificando-se que a operação gargalo é a montagem, com um *throughput* diário de 57 unidades. Apesar do gargalo produtivo, ainda há capacidade ociosa em excesso, dado que a demanda é de 17 produtos por dia (Figura 3). De qualquer forma, a redução de *lead time* é relevante para a empresa, por haver intenção de diminuição do prazo de entrega, que gerará uma vantagem competitiva, de aumento na família de produtos termoeletrônicos e de crescimento de 50% nas vendas.

Para a classificação dos tempos produtivos em *touch time* e não *touch time*, foi construído o *MCT* apresentado na Figura 4. Assim como exposto na Figura 3, o

lead time total de produção é de 39 dias (tempo relativo ao caminho crítico), sendo 8,5 dias de *touch time*. Isso significa que durante 30,5 dias não existe agregação de valor ao produto, sendo que a maior parte desse *lead time* é causada por estoques em processo (Figura 4).

Para diminuir os tempos em que não há agregação de valor, foi necessário identificar as principais causas do alto *lead time*. Para isso, construiu-se a ARA apresentada na seção a seguir.

Figura 4- MCT do processo produto da linha de produtos termoeletrônicos da empresa



Fonte: Elaboração própria

4.2 Identificação das causas do alto *lead time*

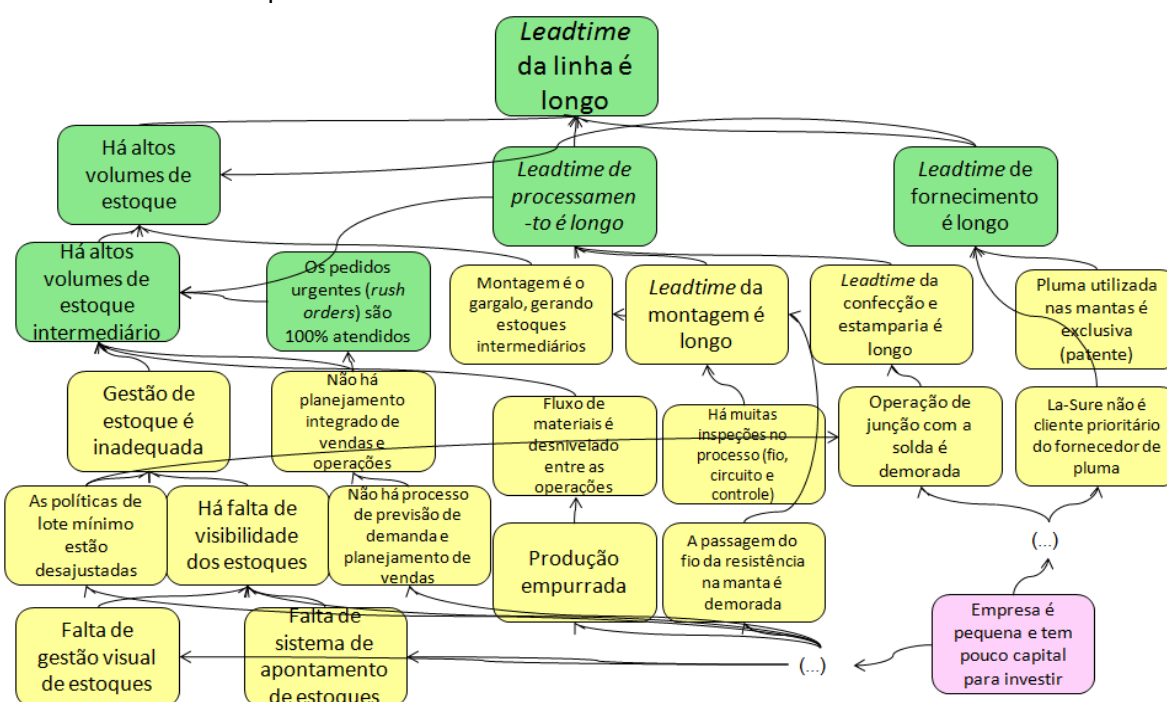
Por meio da ARA, disponível na Figura 5, foi possível identificar os *efeitos indesejados principais* verificados no momento da pesquisa, destacados em verde. Em rosa, na parte inferior da árvore, está a *causa-raiz*, que foi associada ao fato de a empresa ser pequena e ter pouco capital para investimentos. Nesse caso, a causa-raiz foi considerada como um fato e não um problema a ser atacado. Os outros efeitos indesejados em amarelo são considerados intermediários, que foram o foco das propostas de melhoria, a fim de que os efeitos indesejados principais não ocorram mais.

A ARA destaca os três problemas mais visíveis (em verde): os altos volumes de estoque e os longos *lead times* de processamento e de fornecimento. As questões associadas ao longo *lead time* de fornecimento foram deixadas para

estudos futuros, focando-se nos tempos de processamento e nos volumes de estoque.

Há três questões centrais geradoras de problemas relacionados à gestão de estoques. Primeiro, a empresa adota o sistema de produção empurrada puro, que acaba por ser um problema para o *lead time*, na medida em que ocasiona um fluxo desordenado de materiais e trabalhos, aumentando os volumes de *WIP*, e um desequilíbrio no *throughput* em todas as operações.

Figura 5 - Árvore da Realidade Atual para processo produtivo da linha de termoeletrônicos da empresa



Fonte: Elaboração própria

Segundo, a reposição de estoques é realizada a partir do julgamento individual de funcionários, sem nenhum alinhamento sobre como isso deve ser realizado. Essa forma de reposição acarreta, em alguns momentos, excesso de estoques intermediários e, em outros, a falta deles, gerando aumento do *lead time* em qualquer uma das situações. O excesso aumenta os tempos de espera e a falta acaba por gerar *rush orders*. Além disso, há pouca visibilidade dos níveis de estoque, dificultando seu acompanhamento pelos operadores que acabam notando a falta desses apenas quando há necessidade de utilizá-los.

O último problema associado aos estoques é a ausência de um planejamento integrado de vendas e operações que geralmente causa má interpretação entre a produção demandada e a produzida gerando excesso ou falta de produtos finais, estoques intermediários e *rush orders*.

Em relação ao *lead time* de processamento, a principal causa de lentidão nas operações são lotes produtivos muito grandes. Nas atividades de *junção dos fios* e *extrusão*, realizadas durante a produção do fio, cada lote produz material para 800 unidades de manta. Na atividade de *junção com solda*, realizada durante a confecção e estamparia, lotes de 100 unidades causam a lentidão da atividade. Por último, há um gargalo na operação de montagem, cujo *throughput* é de 57 unidades/dia, enquanto a das demais é em média de 200 unidades/dia.

Dadas as questões apresentadas, foi desenvolvida uma proposta de melhoria apresentada na seção 5.

5 PROPOSTA DE MELHORIA DE LEAD TIME

A proposta de melhoria considera um aumento de 50% na demanda, conforme projeção de crescimento elaborada pelo corpo executivo da empresa, resultando em uma demanda de 26 unidades/ dia. Com o aumento da demanda e do portfólio de produtos, a complexidade da linha de produção aumentará e ficará inviável manter grandes quantidades de estoque por produto, como as atuais, e será necessário que a linha tenha uma maior responsividade à demanda real.

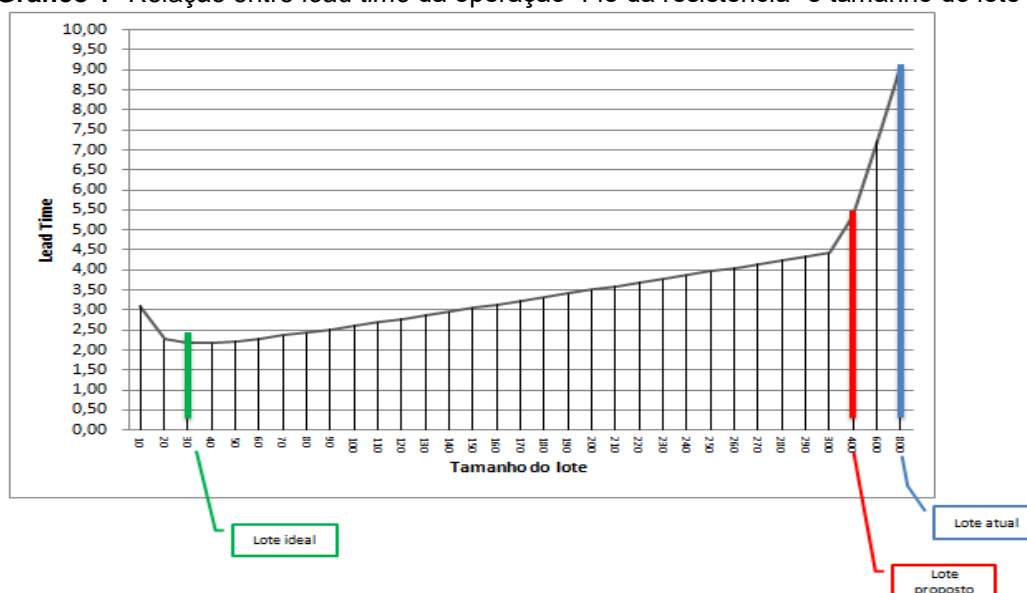
As sugestões estão hierarquizadas cronologicamente em etapas de implementação (etapa 1, etapa 2 e etapa 3), apresentadas nas seções a seguir, pois algumas não podem ser implementadas sem que outras já estejam implementadas e estabilizadas e também para respeitar o processo de amadurecimento da organização em relação à abordagem *QRM*.

5.1 Etapa 1- Equilíbrio dos *throughputs*

O equilíbrio dos *throughputs* é uma condição para a implementação de todas as outras soluções propostas. Esse equilíbrio pode ser obtido a partir da diminuição dos lotes de fabricação das operações lentas. A diminuição do lote de fabricação é proposta para as operações nomeadas “Fio da resistência” e “Confecção e estamparia”. Sugere-se uma diminuição progressiva dos lotes, para que a organização se adapte às mudanças. A seguir, realizou-se o detalhamento dessa solução. Para a análise dos tamanhos de lote atuais, ideais e propostos, utilizaram-se como referência as Fórmulas (2), (3) e (4).

A operação “Fio da resistência” foi analisada conforme apresentado no Gráfico 1. Essa operação conta com lote de fabricação de 800 unidades. Inicialmente, propõe-se uma redução de 50% no tamanho de lote da operação de junção dos fios. O *lead time* da operação mudará de 9,1 dias para 5,4 dias, com uma redução de 41%, e a utilização cairá pela metade. Para o lote teórico ideal de 30 unidades, o *lead time* é de 2,2 dias, o que significaria uma redução de 76% e a utilização será de aproximadamente 18%.

Gráfico 1- Relação entre *lead time* da operação “Fio da resistência” e tamanho do lote



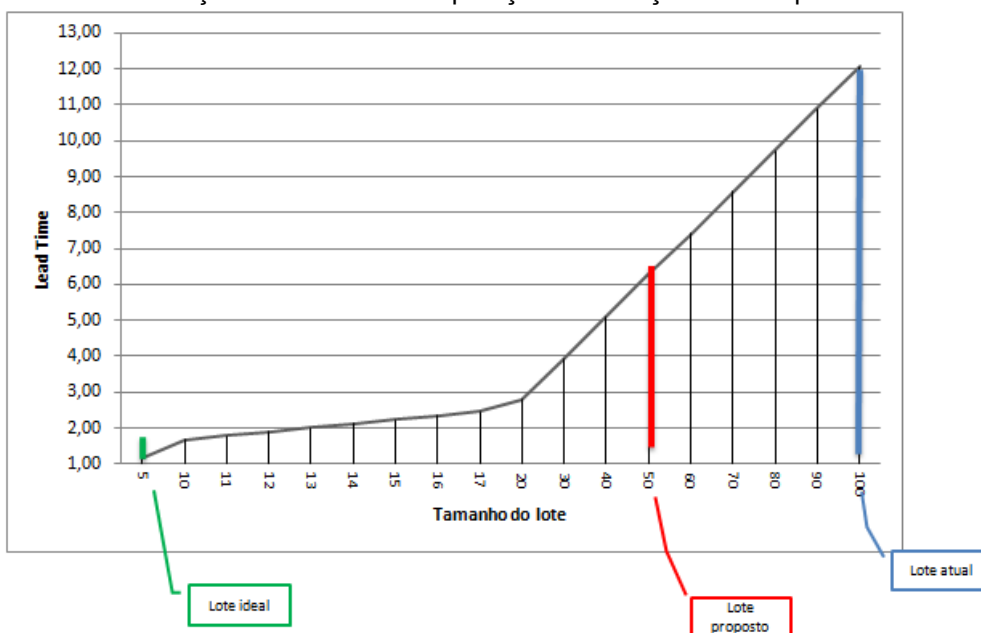
Fonte: Elaboração própria

Considera-se que a organização deve realizar inicialmente essa redução de 50%, passando por um período de adaptação e que possa verificar empiricamente o

impacto da redução inicial, antes de uma redução maior. Vale ressaltar que lote de 300 unidades pode ser considerado um ponto de inflexão em relação ao *lead time*, pois a partir dele o *lead time* aumenta mais rapidamente. Para um lote de 300 unidades, o *lead time* atual diminuiria em 51%. Assim, recomenda-se que a próxima redução do tamanho de lote seja de 400 para 300 unidades, reduzindo-se nessa situação 17% do *lead time*.

A operação “Confecção e estamparia” foi analisada conforme Gráfico 2. Essa operação conta com lote de fabricação de 100 unidades. Inicialmente, propõe-se uma redução de 50% no tamanho de lote da operação de junção dos fios. Isso significa um lote de 50 unidades. O *lead time* da operação mudará de 12,1 dias para 6,7 dias, com uma redução de 48%, e a utilização cairá pela metade. Para o lote ideal de 5 unidades, o *lead time* é de 1,2 dias, o que significaria uma redução de 90%, e utilização 42%. Nota-se que o impacto no *lead time* passa a aumentar mais substancialmente para lotes acima de 20 unidades. Considera-se um lote de 20 unidades adequado, tendo uma diminuição de 76,7% em relação ao *lead time* atual e utilização de 30%. Conforme explicitado anteriormente, a redução do lote deve ser progressiva.

Gráfico 2- Relação do *lead time* da operação “Confecção e estamparia” e tamanho do lote

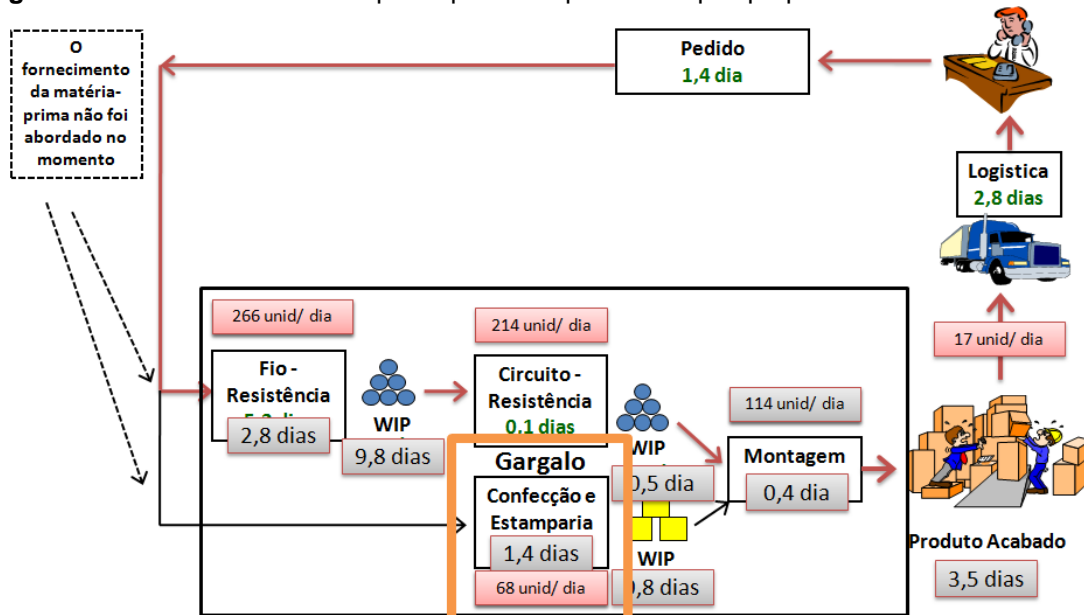


Fonte: Elaboração própria

Atenta-se à importância de manter um pequeno estoque antes da operação de montagem, uma vez que é gargalo, não sendo aconselhável que fique parada esperando a conclusão de trabalhos de atividades anteriores.

Para a análise dos resultados esperados com a Etapa 1 – Equilíbrio dos *throughputs*, foram calculados os *WIP*, os *throughputs* e os *lead times* em dias de calendário de cada operação a partir das propostas realizadas. Considerou-se a redução de 50% nos tamanhos de lote das operações Fio da Resistência e Circuito da Resistência e a inserção de dois operadores na estação de trabalho de passagem do fio na manta, que pertence à operação de Montagem. Os resultados obtidos são apresentados nas Figuras 6 e 7. Com essas medidas, o caminho crítico da linha passaria de 39 para 21 dias.

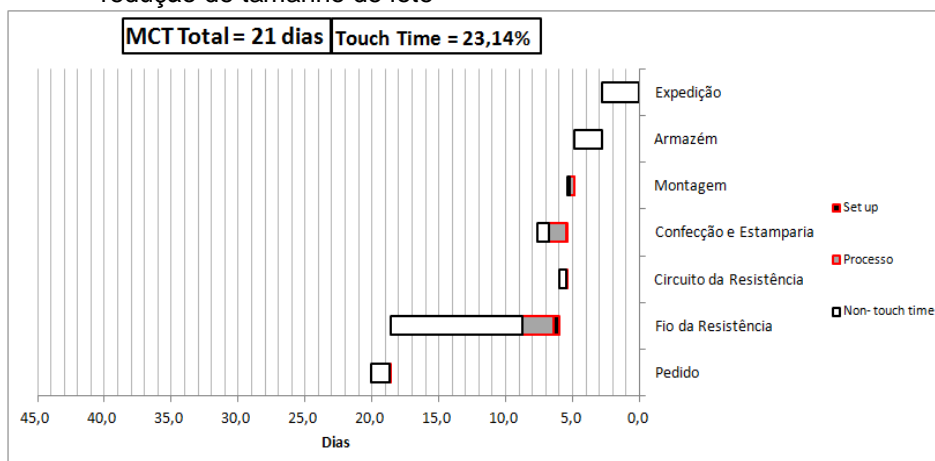
Figura 6 - Lead time de cada etapa do processo produtivo após proposta



Caminho Circuito-Resistência (CAMINHO CRÍTICO) = 1,4+2,8+9,8+0,1+0,5+0,4+3,5+2,8 =
Caminho Confecção e Estamparia = 1,4+1,4+0,8+0,4+3,4+2,8 = 10,4 dias

Fonte: Adaptado de Suri (1998)

Figura 7- MCT do processo da linha de produtos termoeletrônicos da empresa apenas com redução de tamanho de lote



Fonte: Elaboração própria

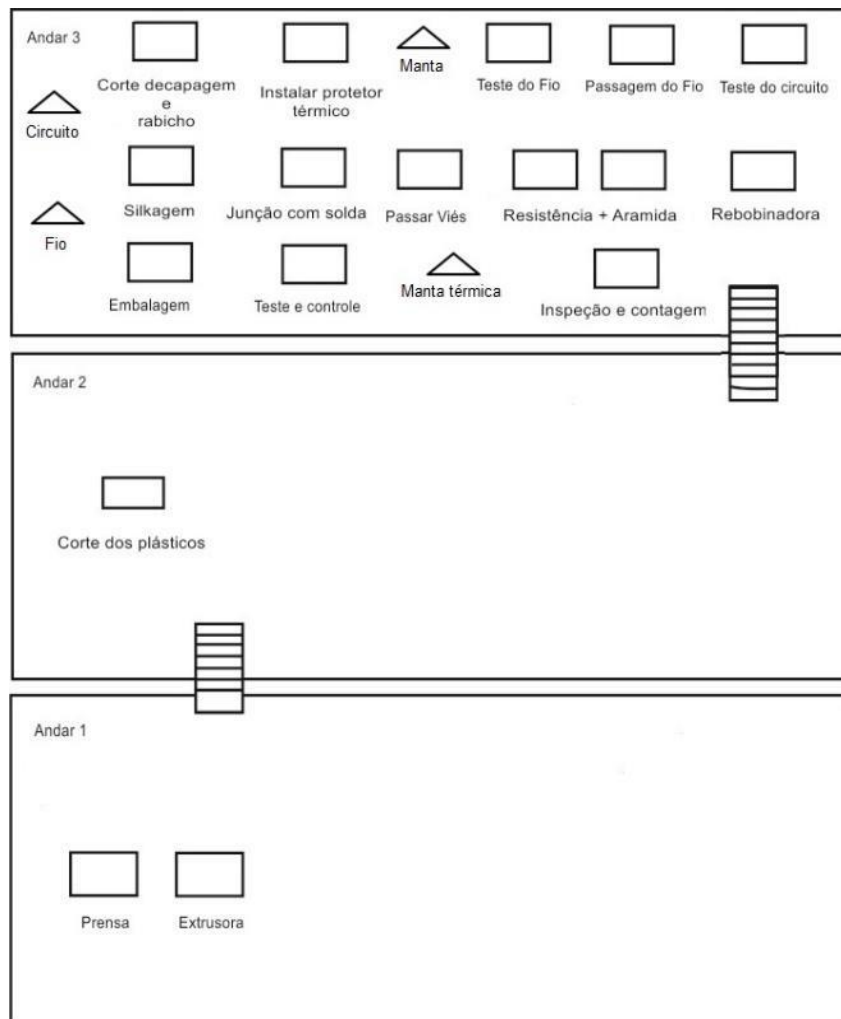
5.2 Etapa 2- *Layout* celular e melhoria da gestão dos estoques intermediários

Na segunda etapa de implementação de melhorias para redução de *lead time*, propõe-se a organização da linha de produção em *layout* celular e uma revisão da gestão dos estoques intermediários.

5.2.1. *Layout* Celular

A implementação do *layout* celular é um pré-requisito para a utilização do sistema *POLCA* proposto. As Figuras 8 e 9 representam o *layout* e a disposição das operações inicial e futura, respectivamente.

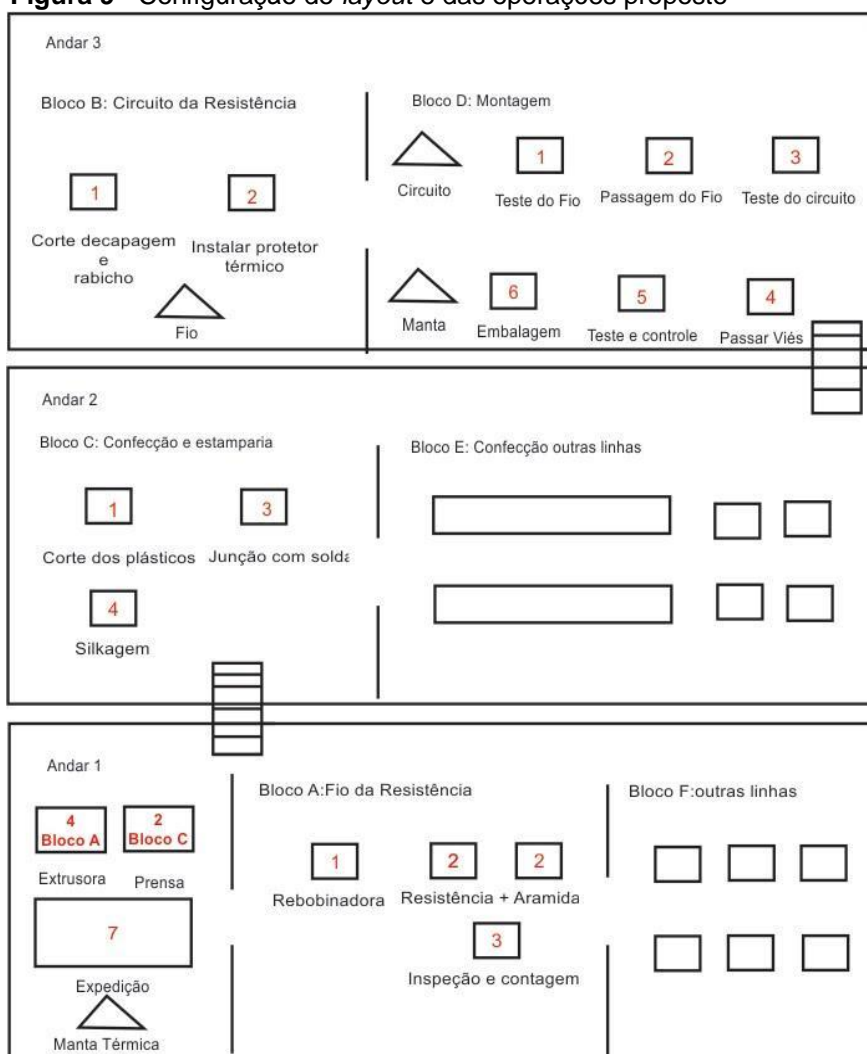
Figura 8 - Atual configuração do *layout* e disposição das operações



Fonte: Elaboração própria

No *layout* inicial, todas as estações de trabalho da linha estão concentradas no Andar 3. Algumas atividades estão próximas e em sequência como, por exemplo, as atividades de corte e a decapagem do rabicho e a instalação do protetor térmico e as atividades de embalagem, teste e controle. Porém, a maioria delas se encontra distantes e dispostas não sequencialmente. Além disso, os estoques intermediários de todas as operações se encontram no Andar 3.

Figura 9 - Configuração do layout e das operações proposto



Fonte: Elaboração própria

Para a elaboração da proposta de *layout*, foi considerado que a prensa e a extrusora não podem ser movidos do Andar 1, dado o peso delas. Propõe-se, então, que as estações de trabalho responsáveis pela produção do fio sejam realocadas para o Bloco A- Andar 1, a fim de facilitar o uso da extrusora. Dessa forma, o trabalho se iniciará no Bloco A - Andar 1, na célula responsável pela operação de Fio da Resistência. A produção do fio seguirá a sequência de atividades: (1) rebobinadora; (2) resistência + aramida; (3) inspeção e contagem; (4) extrusão. Quando finalizada a operação, as caixas de fio deverão ser carregadas para o estoque intermediário da célula responsável pela operação de circuito da resistência no Bloco B-Andar 3.

Com o material na célula Circuito da Resistência, inicia-se a atividade (1) instalação do protetor térmico e (2) corte e decapagem do rabicho. Quando um

conjunto de circuitos estiver finalizado, deverá ser carregado para o estoque da célula de montagem. A célula de Confecção e Estamparia, localizada no Bloco C – Andar 2, operará paralelamente às demais. O trabalho nessa célula iniciará na operação (1) corte dos plásticos, seguirá para prensa (2) localizada no Andar 1 e volta para o Andar 2 para a junção com solda (3) e *silkgem* (4). Quando um conjunto de mantas estiver finalizado, deverá ser levado ao estoque intermediário da operação de montagem.

A célula de Montagem, localizada no Bloco D- Andar 3, iniciará (1) testando o circuito proveniente da célula Circuito da Resistência, em seguida, (2) passará o fio nas mantas trazidas pela célula de Confecção e Estamparia, (3) testará novamente o circuito, (4) passará o viés na manta, (5) colocará o controle de temperatura e testará novamente e, por fim, (6) o produto deverá ser embalado. Assim que finalizada a montagem, a manta térmica deverá ser levada para o estoque de produtos acabados e (7) expedida.

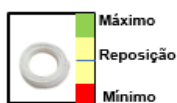
5.2.2 Gestão de estoques intermediários

Para a melhoria da gestão dos estoques intermediários, como primeiro passo, recomenda-se a implementação de ferramentas de gestão visual, como mostrado na Figura 10, para as operações de fio e circuito da resistência. Para a primeira, recomenda-se a utilização de uma caixa transparente com um sistema de cores e, para a segunda, uma prateleira também com um sistema de cores.

No sistema proposto a cor verde se refere à quantidade máxima que deve constar no estoque, a amarela se refere à reposição e a vermelha ao estoque mínimo para que o sistema não entre em colapso. No Quadro 6, são apresentados os níveis de estoque que deverão manter cada operação e seus pontos de reposição.

Figura 10 - Proposta visual para o nivelamento do estoque intermediário

Caixa transparente com sistema de cores



Prateleiras com sistema de cores



Fonte: Elaboração própria

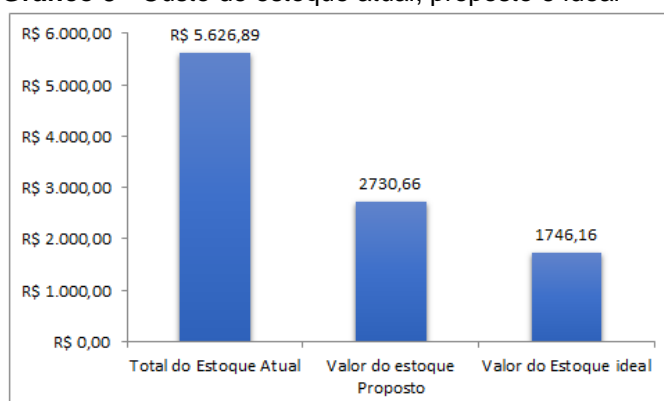
Quadro 6 - Níveis de estoques em unidades de produto final propostos em cada operação

	Mínimo 80%	Reposição 95%	Máximo 99,80%
Fio da resistência	62,2	66,4	82
Circuito	16,8	21,0	37

Fonte: Elaboração própria

O custo total do estoque atual gira em torno de R\$ 5.627. Com a proposta de redução dos lotes a redução do custo do estoque será de 51%, já com a proposta de lote ideal o custo reduziria em torno de 69% (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Custo de estoque atual, proposto e ideal



Fonte: Elaboração própria

Nas condições atuais, a necessidade produtiva é percebida apenas no momento da necessidade de utilização. Com a elevada capacidade ociosa, é possível produzir de forma relativamente rápida quando há demanda sem atrasar outros pedidos. Porém, quando a capacidade estiver com maior ocupação, essas *rush orders* internas serão ainda mais prejudiciais, podendo levar ao atraso dos

pedidos normais. Nessa situação, faz-se fundamental ter um maior planejamento e controle do ambiente produtivo. A gestão visual dos estoques é proposta, então, nesse sentido.

Para a gestão de estoques intermediários, também se indica a adoção do sistema *POLCA*, inicialmente nas operações de Confecção e Estamparia e Montagem, cujas matérias-primas têm maior valor agregado. Isso porque os custos de estoque estão majoritariamente associados a essas operações.

Nas operações em que se indicou o uso de ponto de reposição, há as maiores capacidades ociosas, menor custo de estoque e os produtos que não exigem grande espaço de armazenagem. Porém, elas são responsáveis por 31 dos 39 dias do *throughput* atual, justificando que essas operações sejam tratadas como críticas. A diminuição do tamanho de lote já tem um impacto significativo na operação fio da resistência, conforme apresentado na seção 5.1. O sistema *POLCA* seria uma forma adicional de diminuir esse tempo, pois ele garante que não se produza itens para os quais não se tem demanda. Assim, o sistema de cores deve ser transitório para a futura utilização do *POLCA* também nessas operações.

A adoção inicial do *POLCA* nas operações de Confecção e Estamparia e Montagem permite que a organização tenha um período de adaptação a esse sistema, juntamente com o sistema de cores das operações de Fio e Circuito da Resistência. Após a organização conhecer melhor o sistema e vislumbrar suas vantagens, indica-se a sua adoção nas quatro operações da linha.

No Quadro 7, estão os valores das variáveis para cada operação. Cada cartão *POLCA* deve liberar a produção do lote de produção de cada operação (*Quantum*) e deve conter o roteiro do material. O cartão *POLCA* deve liberar, inicialmente, a produção de 50 mantas para a célula de Confecção e Estamparia e 10 para a de Montagem. A autorização da produção deve vir do sistema *HL/ MRP*. A quantidade de cartões *POLCA* em cada célula foi calculada a partir da Fórmula (1) apresentada na seção 2.2. Para a Confecção e Estamparia, indica-se iniciar com dois cartões e para a Montagem, 16 cartões.

Quadro 7 - Valores obtidos para as variáveis para cálculo da quantidade de cartões POLCA nas operações de Confecção e Estamparia e Montagem, respectivamente

	Confecção e estamparia	Montagem
L _A	1,4	0
L _B	0,4	4
D	31	31
F _{AB}	32	127
Quantum	50	10
N _{AB}	2	16

Fonte: Elaboração própria

5.3 Etapa 3- Planejamento integrado de vendas e operações e regras de priorização de pedidos

Em relação ao planejamento, considera-se fundamental que a empresa realize planejamento de médio prazo. No nível mensal, indica-se a implementação de um processo sistemático de Planejamento Integrado de Vendas e Operações (*Sales and Operations Planning - S&OP*). De acordo com Almeida e Werner (2015) o S&OP tem como objetivo melhorar resultados, por meio da otimização de receitas e lucros, estabelecimento de um equilíbrio entre oferta, capacidade disponível e demanda. Com isso, pretende-se reduzir os estoques sem demanda, preparar a capacidade produtiva para as vendas a serem realizadas e evitar vendas que não possam ser atendidas pela fábrica.

Para a operacionalização do processo, inicialmente, propõe-se um horizonte de planejamento de três meses, dado que o maior *lead time* de fornecimento é de 35 dias, com ciclos mensais. Vale ressaltar que é ideal que se busque um horizonte maior, para maior visibilidade das operações internas. Também é necessário definir um responsável pelas análises a serem realizadas para a reunião. Essas análises devem conter: a) previsão de demanda; b) capacidade das operações (produção; fornecimento; logística) com respectivos cenários; c) indicadores. Indica-se seguir o modelo proposto por Bremer *et al.* (2008), conforme apresentado na Figura13.

Figura 13- Processo de S&OP, com subprocessos, principais resultados e reuniões



Fonte: Bremer *et al.* (2008, p.71)

Para a programação da produção, considera-se importante ter regras de atendimento de clientes, evitando-se *rush orders*. Em entrevista, foi detectado que todas as *rush orders* são atendidas, com pouca avaliação do impacto que isso gera na linha produtiva. Isso se justifica por haver grande capacidade ociosa, o que permite que se atendam as *rush orders* sem prejudicar a produção que não é urgente, mas com a qual a empresa já se comprometeu. Quando a demanda aumentar, o nível de ociosidade tende a diminuir. Assim, será necessário ter políticas mais claras de *rush orders* a serem atendidas, com regras de atendimento e procedimentos a serem tomados para verificação de viabilidade, a fim de não prejudicar o prazo da produção regular, não urgente. Alguns exemplos de critérios para priorização de pedidos são: a) Clientes: Curva ABC de clientes; b) Produtos: Curva ABC de produtos; c) Valor do pedido; d) Forma de pagamento do pedido; etc.

Essa etapa faz-se relevante principalmente em uma situação de crescimento de demanda e, conseqüentemente, da empresa. O crescimento pode gerar maior dificuldade de comunicação interna e diminuição da flexibilidade e responsividade das atividades operacionais, com a diminuição da capacidade ociosa. Com isso, torna-se mais importante adotar estratégias de integração funcional e regras de atendimento de pedidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do artigo, de demonstrar os resultados de uma pesquisa de campo

que utilizou a abordagem *QRM* para propor ações capazes de diminuir o *lead time* de uma pequena empresa familiar do interior paulista, foi alcançado. O caso evidenciou o potencial do *QRM* na diminuição do *lead time* em MPEs, trazendo a possibilidade de uma resposta mais rápida e confiável ao cliente, conforme a abordagem propõe.

Com as propostas apresentadas, o caminho crítico passaria de 39 para 21,3 dias e haveria uma diminuição de 51% nos valores em estoque. Vale ressaltar que diversos custos de estoque são difíceis de ser calculados e previstos, tendo uma tendência de que, na prática, uma melhor gestão de estoques traga ainda mais benefícios do que os calculados teoricamente.

A gestão de estoques por sistema de cores possibilitará à organização estudada uma melhoria na qualidade dos estoques de fio e circuito da resistência, uma vez que ficam mais transparentes as necessidades produtivas e há maior clareza dessas para os operadores. A implementação do sistema *POLCA* contribuirá também para essa melhoria da qualidade dos estoques, diminuindo o estoque de itens sem demanda e as taxas de não atendimento de demanda por falta de estoque.

A implementação do *layout* celular tem um potencial de reduzir as movimentações na fábrica, com destaque à operação de Fio da Resistência, que atualmente é a mais afetada pelas movimentações. Além disso, também tende a trazer uma maior autonomia e responsividade para possíveis problemas na fábrica.

O *S&OP* e as regras de priorização de pedidos trarão maior visibilidade a questões estratégicas, buscando garantir que elas sejam desdobradas para as áreas de vendas, produção, logística e compras. Com isso, tende a ocorrer uma diminuição nas *rush orders*, com atendimento focado no que é prioritário estrategicamente para a organização.

7 CONCLUSÕES

A partir do caso estudado, foram identificados problemas comuns à MPEs associados à gestão, capital para investimento e ao fornecimento. Entre os problemas de gestão, destacam-se aqueles relacionados à capacidade de planejar e

integrar as diversas áreas e funcionários e ao grau de profissionalização da empresa. Como visto na literatura, MPE familiar tende a ter uma gestão centralizada no gestor, dificultando a estruturação e a sistematização das questões estratégicas e de um planejamento integrado e participativo. No caso estudado, essa questão impacta diretamente nos altos volumes de estoque, na existência de *rush orders* em excesso e na falta de alinhamento entre as áreas de vendas e as de operações.

Outra limitação encontrada na MPE familiar estudada foi o grau de profissionalização da empresa, o que é recorrente nesse tipo de organização. Assim, há falta de acesso a técnicas de gestão mais atuais. Além disso, esse conhecimento fica centralizado em figuras específicas. A centralidade das decisões no gestor também dificulta que o conhecimento tácito seja explicitado e, assim, difundido na organização. Verificaram-se também limitações para investimento em novas tecnologias, que poderiam ajudar na diminuição dos tamanhos de lote e na adequação do *layout*, o que poderia auxiliar na redução do *lead time*.

As questões de fornecimento não foram analisadas detalhadamente no estudo. Mas vale ressaltar que há uma questão que tende a aparecer em MPEs, que é a capacidade de negociação com clientes e fornecedores. No caso de grandes organizações centrais em cadeias de suprimentos, essas muitas vezes têm o poder de impor aos seus clientes e fornecedores a forma de funcionamento da cadeia. No caso de organizações menores e não centrais, essa negociação vai depender da habilidade do responsável em criar sentido da sua proposta para seus clientes e fornecedores.

Os gestores da organização estudada compartilharam do entendimento dos benefícios da proposta e da visão futura da organização a partir da implementação. A abordagem *QRM* e algumas ferramentas apresentadas foram um aprendizado por si só para os gestores e a equipe de trabalho da empresa, trazendo novas lógicas para a organização. Por exemplo, a organização não tinha conhecimento do real *lead time* e dos impactos desse no atendimento ao cliente. Esse *feedback* aponta para a importância da interação entre o conhecimento desenvolvido na academia com a prática das MPEs familiares.

Para a implantação da proposta, os gestores da empresa entendem que a principal dificuldade está na falta de recursos da organização. No entanto, o *QRM*

pode ser considerado adequado a esse contexto, pois possibilita que se utilizem os recursos já existentes na organização, sem grandes necessidades de investimento, e que as propostas sejam aplicadas progressivamente. Para o caso estudado, adotou-se uma estratégia de propostas intermediárias antes de se implementar o que é tido teoricamente como ideal. Assim, é possível que a organização se adapte progressivamente e vislumbre na prática o que é adequado à sua realidade.

Para estudos futuros, destaca-se a possibilidade de aplicação do *QRM* ao longo de toda a cadeia e a implantação das propostas apresentadas, com o acompanhamento dos resultados obtidos na prática de forma a confrontá-los aos teóricos. Além disso, também é importante que se estudem outras MPEs, buscando trazer uma visão mais abrangente sobre as particularidades da adoção do *QRM* nessas organizações, lembrando que há grande heterogeneidade entre MPEs e que se deve ter especial cuidado ao se fazer generalizações sobre as dificuldades de implementação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. P.; WERNER, L. Uma revisão sobre abordagens que relacionam os custos de produção e o processo de previsão de demanda. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 2, p. 504-526, abr./jun. 2015. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v15i2.1899>

BHIDE, A. How entrepreneurial crafts strategies that work. **Harvard Business Review**, mar/apr, 1994.

BONANDI, M.; COPPINI, N. L.; VIEIRA JÚNIOR, M. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor (MFV) para profissionalização de uma empresa familiar. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17, 2010, Bauru. **Anais...Bauru:Universidade Estadual Paulista**, 2010.

BREMER, C. *et al.* O retrato do processo de Sales & Operations Planning (S&OP) no Brasil – Parte 1. **Revista Mundo Logística**, v. 5, n. 1, p. 68-74, jul./ago. 2008.

CHINET, F. S.; GODINHO FILHO, M. Sistema *POLCA*: revisão, classificação e análise da literatura. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 21, n. 3, p. 532-542, Sept. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2014005000001>

ERICKSEN, P. D. *et al.* **Manufacturing Critical-path Time (MCT)**: the *QRM* metric for *lead time*. Madison: University of Wisconsin-Madison, 2007.

ESTORILIO, C.; ESTURILHO, C. G. Desdobramento da flexibilidade da manufatura em função da demanda do consumidor e da estratégia da empresa. **Revista Produção Online**, v. 13, n. 3, p. 945-973, jul./set. 2013. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v13i3.1249>

FAVONI, C.; LOPES, T. A L.; NADALETO, T. A. Nivelamento da produção: aplicação em uma indústria metalúrgica de autopeças. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18, 2011, Bauru. **Anais...**Bauru:Universidade Estadual Paulista, 2011.

GODINHO FILHO, M. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura**: configuração relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados. 2004. 267 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

GODINHO FILHO, M.; HAYASHI, A. P.; RUFO, C. R. Uso da abordagem *Quick Response Manufacturing* para a redução do *lead time* em uma empresa do setor calçadista. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33, 2013, Salvador. **Anais...**Rio de Janeiro: Abepro, 2013.

GODINHO FILHO, M.; VELOSO SAES, E. From *time*-based competition (TBC) to *Quick Response Manufacturing (QRM)*: the evolution of research aimed at *lead time* reduction. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 64, n. 5, p. 117-1191, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-012-4064-9>

GOHR, C. F.; SILVA, Y. L. T. V. Gerenciando o relacionamento entre recursos estratégicos e prioridades competitivas segundo a visão baseada em recursos. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 2, p. 734-757, abr./jun. 2015. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v15i2.1939>

GUIMARÃES, M. R. N. *et al.* Estratégia de produção na indústria de autopeças: estudo multicase em empresas da região de Sorocaba. **Revista Produção Online**, v. 14, n. 2, p. 499-532, abr./jun. 2014. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-901.v14i2.1364>

HALL, R. W. **Excelência na manufatura**. São Paulo: IMAM, 1988.

HENNIG, E. T.; DANILEVICZ, A. M. F.; DUTRA, C. C. Modelo adaptado de planejamento estratégico aplicado à microempresas: um estudo de caso na área de fitness. **Revista Produção Online**, v. 12, n. 2, p. 270-296, abr./jun, 2012. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v14i2.1364>

ISLAM, A.; TEDFORD, D. Risk determinants of small and medium-sized manufacturing enterprises (SMEs) - an exploratory study in New Zealand. **Journal of Industrial Engineering International**, v. 8, n. 12, 2012. <http://dx.doi.org/10.1186/2251-712X-8-12>

ISLAM, M.A.; TEDFORD, J.D.; HAEMMERLE, E. Strategic risk management approach for small and medium sized manufacturing enterprises (SMEs)—a theoretical framework. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF INNOVATION AND TECHNOLOGY, 3., 2006, Singapore. **Proceedings ...** Singapore: IEEE, 2006, p. 694–698.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M.A. **Metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2004.

LAMBERT, D. M. *et al.* **Fundamentals of logistics management**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1998.

LARA, F.; GUIMARÃES, M. Competitive priorities and innovation in SMEs: a Brazil multi-case study. **Journal of Technology Management & Innovation**. v. 9, n. 3, p.51-62, sep.2014. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242014000300004>

LA-SURE. **La-Sure**: a marca da qualidade. 2011. Disponível em: <<http://www.lasureonline.com.br/>> Acesso em: 23 abr. 2014.

LEONE, N. M. C. P. G. As especificidades das pequenas e médias empresas. **Revista de Administração**, v.34, n. 2, p.91-94, abr./jun. 1999.

LODI, J. B. **A empresa familiar**. 4. ed., São Paulo: Pioneira, 1993.

MCDOWELL, W. C. The impact of organizational efficacy and flexibility on small business performance. **The coastal business journal**, v. 12, n.1, p.1-19, Spring 2013.

NAHMA, A. Y. *et al.* The impact of organizational structure on time-based manufacturing and plant performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n.3, p. 281–306, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00107-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00107-9)

PIOVEZAN, L. H.; LAURINDO, F. J. B.; CARVALHO, M. M. Proposta de método para a formulação de estratégia em pequenas e médias empresas. **Revista Produção Online**, v. 8, n. 2, Jul. 2008. Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/117>>. Acesso em: 13 out 2015.

PITOL, L. *et al.* Gestão de pequena empresa familiar: análise da dinâmica organizacional. In: ENCONTRO DE ESTUDOS EM EMPREENDEDORISMO E GESTÃO DE PEQUENAS EMPRESAS, 8, 2014, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ANEGEP, 2014.

RECH, G. C. **Dispositivos visuais como apoio para a troca rápida de ferramentas**: a experiência de uma metalúrgica. 2004.107 p. Trabalho do Curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

REDONDO, Y. P.; FIERRO, J.J.C. Importance of company size in long-term orientation of supply function: an empirical research. **Journal of Business and Industrial Marketing**, v.22, n.4, p. 236-248, 2007. <http://dx.doi.org/10.1108/08858620710754504>

SHELLER, A. C.; MIGUEL, P. A. C. Adoção do seis sigma e lean production em uma empresa de manufatura. **Revista Produção Online, Florianópolis**, v.14, n. 4, p.1316-1347, out./dez. 2014. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v14i4.1652>

SEGARO, E. L. Internationalization of Family Small and Medium Sized Enterprises. Impact of Ownership, Governance and Top Management Team. 2012. 168 p. Monograph (Business Administration Marketing), Department of Marketing, Universitas Wasaensis, Finland, 2012.

SERRÃO, R. O. B.; DALCOL, P. R. T. Percepção da importância de dimensões da flexibilidade de manufatura em micro e pequenas empresas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001, Salvador. **Anais...**Rio de Janeiro: Abepro, 2001.

SIM, K. L.; CURATOLA, A. P. Time-based competition. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 16, n. 7, p. 659-674, 1999. <http://dx.doi.org/10.1108/02656719910268215>

SINGH, N. Design of cellular manufacturing systems: an invited review. **European Journal of Operational Research**, v. 69, n.3, p. 284-291, 1993. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(93\)90016-G](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(93)90016-G)

SURI, R. **Quick Response Manufacturing**: a companywide approach to reducing *lead times*. Portland: Productivity Press, 1998.

SURI, R. **It's about time**: the competitive advantage of *Quick Response Manufacturing*. Madison: Productivity Press, 2010.

THURER, M.; GODINHO FILHO, M. Redução do *lead time* e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: a abordagem Workload Control (WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 19, n. 1, p. 43-58, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2012000100004>

THURER, M. *et al.* **Competitive priorities of small manufacturers in Brazil**. *Industrial Management & Data Systems*, v. 133, n. 6, p. 856 – 874, Mar. 2013. <http://dx.doi.org/10.1108/IMDS-01-2013-0049>

TIMILSINA, B.; HAAPALAINEN, P; TAKALA, J. Effect of company size on manager's perception. **Management and Production Engineering Review**, v. 5, n.1, p. 65–73, mar. 2014. <http://dx.doi.org/10.2478/mper-2014-0008>

ZAHRA, S. A. *et al.* Culture of family commitment and strategic flexibility: the moderating effect of stewardship. **Entrepreneurship Theory and Practice**, v. 32, n. 6, p. 1035–1054, 2008. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6520.2008.00271.x>



Artigo recebido em 25/08/2015 e aceito para publicação em 19/11/2015

DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v16i1.2138>