

# *Análise do impacto do estudo de demanda e capacidade no desempenho operacional: um estudo de caso no segmento têxtil*

Giancarlo Luis Nonnemacher<sup>1</sup> | Diego Augusto de Jesus Pacheco<sup>2</sup>

---

## **Resumo**

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa de abordagem quanti e qualitativa, que teve por finalidade analisar o impacto do estudo de demanda e capacidade no desempenho operacional em uma confecção de pequeno porte. O ponto de partida da pesquisa foi a realização do diagnóstico da empresa a partir da aplicação da ferramenta Árvore de Realidade Atual (ARA) da Teoria das Restrições (TOC), que permitiu, inicialmente, diagnosticar o desequilíbrio entre capacidade e demanda como a causa raiz de muitos efeitos indesejáveis na empresa. O desenvolvimento consistiu de um estudo de capacidade e demanda para identificação da restrição e, posteriormente, a exploração desta, aplicando o *Lean Manufacturing* para o aumento da capacidade produtiva. Por fim, a aplicação da análise de capacidade e demanda na programação da produção com o objetivo de subordinar todos os recursos à capacidade da restrição. Os resultados do estudo contribuíram sobretudo para: (i) melhorar o processo de programação da produção da empresa através de planos mais condizentes com a real capacidade dos recursos; (ii) aumentar o índice de eficiência do gargalo por meio da minimização das perdas produtivas e (iii) reduzir de forma sistêmica uma série de efeitos indesejáveis evidenciados na ARA, tais como investimentos além do previsto, não cumprimento das metas de faturamento e falta de capital de giro.

**Palavras-chave:** Análise de capacidade e demanda. Gargalo. Árvore de realidade atual.

## **Abstract**

*This article presents the results of a qualitative and quantitative research, which purpose was to analyze the impact of a demand and capacity study on operational performance in a small textile business. An analysis of the company's situation is the starting point for the research and it applies the Current Reality Tree (CRT) process that is part of the*

---

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia de Produção pelas Faculdades Integradas de Taquara – Faccat – Taquara/RS. nonnemacher\_gian@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor das Faculdades Integradas de Taquara – Faccat – Taquara/RS. Orientador do trabalho. engdie@gmail.com - <http://lattes.cnpq.br/4781703358138277>

*Theory of Constraints (TOC), which has initially revealed an unbalance between demand and capacity as the main source of several undesired effects on the company. A demand and capacity study has been developed to identify constraint and, later, to explore it, by applying Lean Manufacturing as a means to increase productive capacity. Finally, it has been applied demand and capacity analysis on production planning aiming to subject all resources to the capacity constraint. The results of this study contributed especially to: (i) improve the process of production planning with plans that are most suitable to real resource capacity; (ii) increase the bottleneck efficiency level by minimizing production losses and (iii) reduce a series of undesired effects that were shown on CRT, such as un-predicted investments, unfulfilled profit goals and lack of working capital.*

**Keywords:** Demand and capacity analysis. Bottleneck. Current Reality Tree.

## 1 Introdução

O Brasil tem o quarto maior parque produtivo de confecção do mundo com, aproximadamente, 30 mil empresas, mesmo com as crescentes importações de produtos da China, que registraram um aumento de 455% entre os anos 2005 e 2010, segundo pesquisa publicada pela Associação Brasileira das Indústrias Têxteis e de Confecção (ABIT) no ano de 2012. Portanto, o momento atual exige que se busquem alternativas para melhorar a competitividade das empresas têxteis brasileiras.

Nesse sentido, as prioridades competitivas mais frequentemente empregadas nas organizações, segundo Slack (2002), são custo, qualidade, velocidade, confiabilidade e flexibilidade, cujos impactos podem atingir dimensões tanto internas quanto externas. Pode-se dizer ainda que, independente do foco competitivo da organização, investir em ferramentas que auxiliem no gerenciamento dos recursos é condição fundamental para o aumento da competitividade num cenário tão conturbado como o de hoje (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2006). Logo, a pesquisa tem como tema a gestão dos recursos produtivos como estratégia competitiva de mercado.

A empresa em discussão é uma confecção de pequeno porte, dedicada à fabricação de roupas íntimas femininas, e está localizada na cidade de Igrejinha/RS, no Vale do Paranhana. O aumento do volume de pedidos, associado a prazos de entrega cada vez menores, fez com que a empresa investisse na aquisição de novos recursos e na ampliação da sua capacidade produtiva. Contudo, a falta de um gerenciamento adequado tem gerado uma série de efeitos indesejáveis, tais como excesso de inventário, falta de capital de giro, não cumprimento das metas de produção e de faturamento.

Diante desse contexto, este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que teve por finalidade analisar o impacto do estudo de demanda e capacidade no desempenho operacional de uma confecção de pequeno porte. Após a etapa de diagnóstico, usando a ferramenta ARA da TOC, constatou-se que a causa raiz para diversos problemas da empresa está no desequilíbrio entre capacidade e demanda. Para investigar os impactos da aplicação da análise de demanda e capacidade na empresa, estruturou-se a pesquisa da seguinte maneira: a seção dois apresenta a revisão teórica do tema,

abordando a Teoria das Restrições, os processos de pensamento e focalização em cinco etapas, o índice de rendimento operacional global (IROG), a análise de capacidade e demanda dos recursos produtivos e as sete perdas do sistema *Lean Manufacturing*; a seção três apresenta a metodologia de pesquisa e a descrição dos procedimentos metodológicos adotados; a seção quatro discute o desenvolvimento do processo de construção do diagnóstico (cenário), o processo de identificação da restrição a partir da análise de capacidade e demanda, o processo de exploração do gargalo, a aplicação da análise de capacidade e demanda na programação da produção; por fim, a seção 5 apresenta as conclusões desse estudo.

## 2 Revisão teórica

### 2.1 A Teoria das Restrições

Segundo Cox e Spencer (2002), a Teoria das Restrições (TOC) pode ser entendida a partir dos seguintes componentes: (i) um ramo logístico, com metodologias tambor-pulmão-corda e o gerenciamento de pulmões e as estruturas lógicas de análise V-A-T; (ii) um segundo ramo que consiste no processo de focalização em cinco etapas, nos indicadores de desempenho do sistema (ganho, inventário e despesas operacionais), na aplicação do ganho dólar/dia e nos processos de decisão sobre *mix* de produtos; (iii) um terceiro ramo, envolvendo a solução de problemas e o processo de pensamento, nos diagramas de efeito-causa-efeito e seus componentes (árvore da realidade atual, árvore da realidade futura, árvore de pré-requisitos, árvore de transição e a metodologia de dispersão de nuvens). Dentre esses elementos, esta pesquisa adotou o processo de pensamento e o processo de focalização em cinco etapas, os quais serão detalhados a seguir.

#### 2.1.1 O processo de pensamento da TOC

O processo de pensamento da TOC utiliza uma abordagem científica que permite diagnosticar um problema central, formular uma solução e preparar um plano de ação respondendo a três questões básicas: o que mudar, mudar para qual alternativa e como mudar. O processo de pensamento da Teoria das Restrições pode ser aplicado às restrições físicas (capacidade, logística, estoque, etc) e às não físicas (gerenciamento, demanda de mercado e comportamental) de acordo com a natureza dos problemas a serem solucionados (GOLDRATT; COX, 1992).

Esta pesquisa fará o uso da Árvore de Realidade Atual (ARA) para determinação do problema no contexto da organização em análise. A ARA tem por objetivo auxiliar na resposta à questão “O que mudar?”. Ela é fundamental porque contribui para a construção de um diagnóstico a respeito da organização, apontando o problema a ser resolvido. É uma ferramenta lógica que permite analisar os problemas de forma sistêmica, através de uma relação de efeito-causa-efeito, para encontrar a causa raiz dos efeitos indesejáveis.

## 2.1.2 O processo de focalização em cinco etapas

A ideia básica da Teoria das Restrições é identificar as restrições que limitam os ganhos da organização e, em seguida, gerenciá-las para a maximização dos lucros. Visando atingir a meta nas organizações, a TOC sugere a utilização de cinco etapas, descritas segundo Antunes *et al.* (2008): (i) identificar as restrições do sistema — consiste em identificar os recursos que restringem a capacidade do sistema como um todo; (ii) explorar as restrições do processo — explorar a restrição significa tirar o máximo dela, evitando perder tempo algum durante o processo; (iii) subordinar tudo ou mais às restrições do sistema — os gargalos devem estabelecer o fluxo, os estoques e a ocupação dos recursos não-gargalos; (iv) elevar a capacidade da restrição — consiste em aumentar a capacidade de produção do gargalo ou reduzir a demanda de tempo dos produtos e (v) retornar a primeira etapa, caso a restrição tenha sido quebrada em algum passo anterior, não deixando que a inércia tome conta do sistema.

## 2.2 Índice de rendimento operacional global (IROG)

O IROG é um indicador que auxilia a entender como está o desempenho da área da manufatura e identifica qual a máxima eficiência possível de ser atingida (ANTUNES *et al.*, 2008). O índice de eficiência operacional global do recurso pode ser calculado a partir da Equação 1:

$$\mu_{global} = \frac{\sum_{i=1}^N t_{pi} \times q_i}{T_t}$$

(1)

Onde:

$\mu$  = índice de rendimento operacional global (porcentagem);

$t_{pi}$  = tempo padrão;

$q_i$  = quantidade produzida;

$T_t$  = tempo total disponível.

A análise do conceito de IROG pode ser aprofundada a partir do desdobramento de três outros índices, a saber: (i) índice de tempo operacional, relacionado com o tempo de parada dos equipamentos; (ii) índice de performance operacional, relacionado com a perda de velocidade durante a operação; (iii) índice de produtos aprovados, relacionado com a produção de produtos defeituosos (ANTUNES *et al.*, 2008). Este estudo fará o uso da Equação 1 para determinar o índice de eficiência dos recursos.

## 2.3 Análise da capacidade x demanda dos recursos produtivos

Uma das questões essenciais da Engenharia de Produção consiste na determinação, com a máxima precisão possível, da capacidade produtiva dos recursos. Para Antunes *et al.* (2008), as lógicas, geralmente, adotadas nas empresas para a determinação da capacidade têm pouco rigor científico, na medida em que não consideram as reais eficiências dos equipamentos. Por isso, os autores propõem um modelo conceitual, conforme Quadro 1, que permite determinar não somente as capacidades reais dos recursos, como também os gargalos de produção.

Produtos	Programação Mensal	Tempo de ciclo por equipamento				Demanda mensal por equipamento			
		Equipe 1	Equipe 2	Equipe 3	Equipe 4	Equipe 1	Equipe 2	Equipe 3	Equipe 4
A	Pma	t1a	t2a	t3a	t4a	t1a X Pma	t2a X Pma	t3a X Pma	t4a X Pma
B	Pmb	t1b	t2b	t3b	t4b	t1b X Pmb	t2b X Pmb	t3b X Pmb	t4b X Pmb
C	Pmc	t1c	t2c	t3c	t4c	t1c X Pmc	t2c X Pmc	t3c X Pmc	t4c X Pmc
D	Pmd	t1d	t2d	t3d	t4d	t1d X Pmd	t2d X Pmd	t3d X Pmd	t4d X Pmd
Demanda total por equipamento						D1	D2	D3	D4
Índice de eficiência operacional						$\mu$	$\mu$	$\mu$	$\mu$
Capacidade nominal do equipamento						C1	C2	C3	C4
Capacidade real do equipamento						C1 X $\mu$	C2 X $\mu$	C3 X $\mu$	C4 X $\mu$
Diferença nominal em unidade de tempo						(C1 X $\mu$ ) - D1	(C2 X $\mu$ ) - D2	(C3 X $\mu$ ) - D3	(C4 X $\mu$ ) - D4

**Quadro 1 – Análise de capacidade x demanda**

Fonte: Adaptado de Antunes *et al.* (2008).

Onde:

t1a = taxa de processamento, tempo de ciclo ou tempo padrão;

Pma = programação mensal de fabricação do produto A;

t1a x Pma = demanda mensal do recurso 1 para fabricação do produto A;

D1= demanda total do equipamento 1;

$\mu$ g1= índice de rendimento operacional global do recurso 1;

C1 = capacidade nominal de produção do recurso 1;

C1 x  $\mu$ g1 = capacidade real de produção do recurso 1;

(C1 x  $\mu$ g1) – D1 = diferença em unidade de tempo entre a capacidade real e a demanda prevista do recurso 1.

Se constatado, por exemplo, que a demanda D1 é maior que a capacidade real do equipamento, logo este será o recurso gargalo por não ter a capacidade suficiente de atender à demanda, de modo contrário, o recurso poderá ter excesso de capacidade. Portanto, a análise da relação entre capacidade e demanda permite identificar quais recursos são mais problemáticos tanto pela falta quanto pelo excesso de capacidade.

## 2.4 As perdas produtivas

Foi por meio do desenvolvimento do *Lean Manufacturing*, do Sistema Toyota de

Produção, que Ohno e Shingo aprofundaram seus conhecimentos sobre perdas, descrevendo e classificando-as em sete categorias, a saber: (i) perdas por transporte - movimentar materiais não agrega valor algum ao produto, por isso, devem ser eliminadas sempre que possível; (ii) perdas por estoque - significa a existência de matérias-primas, material em processo e produto acabado em níveis elevados. Os estoques geram custos financeiros, ocupam espaço físico e ajudam a “esconder” ineficiências e outras perdas; (iii) perdas por espera — ocorrem quando um lote está aguardando pelo uso de um recurso, ou então, como peça já processada, aguardando as restantes do lote para serem transferidas ao processo seguinte. Outra visão sobre espera também pode ser associada às máquinas e aos trabalhadores baseado no baixo índice de utilização (ANTUNES *et al.*, 2008); (iv) perdas por movimentação - relacionadas ao movimento dos trabalhadores que não agrega valor. Os esforços para minimização das perdas por movimentação consistem em realizar um estudo aprofundado de tempos e movimentos e, também, estabelecer continuamente padrões operacionais os mais efetivos possíveis (ANTUNES *et al.*, 2008); (v) perdas por retrabalho - associadas à fabricação de produtos defeituosos. O ataque a essas perdas deve consistir em um sistema de prevenção de defeitos, atuando diretamente na fonte geradora (SHINGO, 1996); (vi) perdas por processamento em si - consistem nas atividades de processamento que não agregam valor ao produto final, ou seja, o cliente não reconhece como sendo um requisito da qualidade. As soluções para debelar essas perdas, segundo Shingo (1996), consistem na utilização de técnicas de análise de valor; (vii) perdas por superprodução - baseada no excesso de quantidade e na produção antecipada em relação aos processos ou consumo.

### **3 Metodologia de pesquisa**

Esta seção faz a caracterização do método de pesquisa quanto à natureza, objetivo, abordagem e procedimento. Quanto à natureza, o método classifica-se como uma pesquisa aplicada. De acordo com Jung (2004), a pesquisa aplicada tem o intuito de proporcionar a descoberta e a aplicação de novos conhecimentos em âmbito particular. Nesse caso, na empresa em questão, serão implantadas algumas abordagens que, atualmente, não são usadas na sua gestão, tais como análise de capacidade e demanda, análise das sete perdas e programação da produção a partir destas análises.

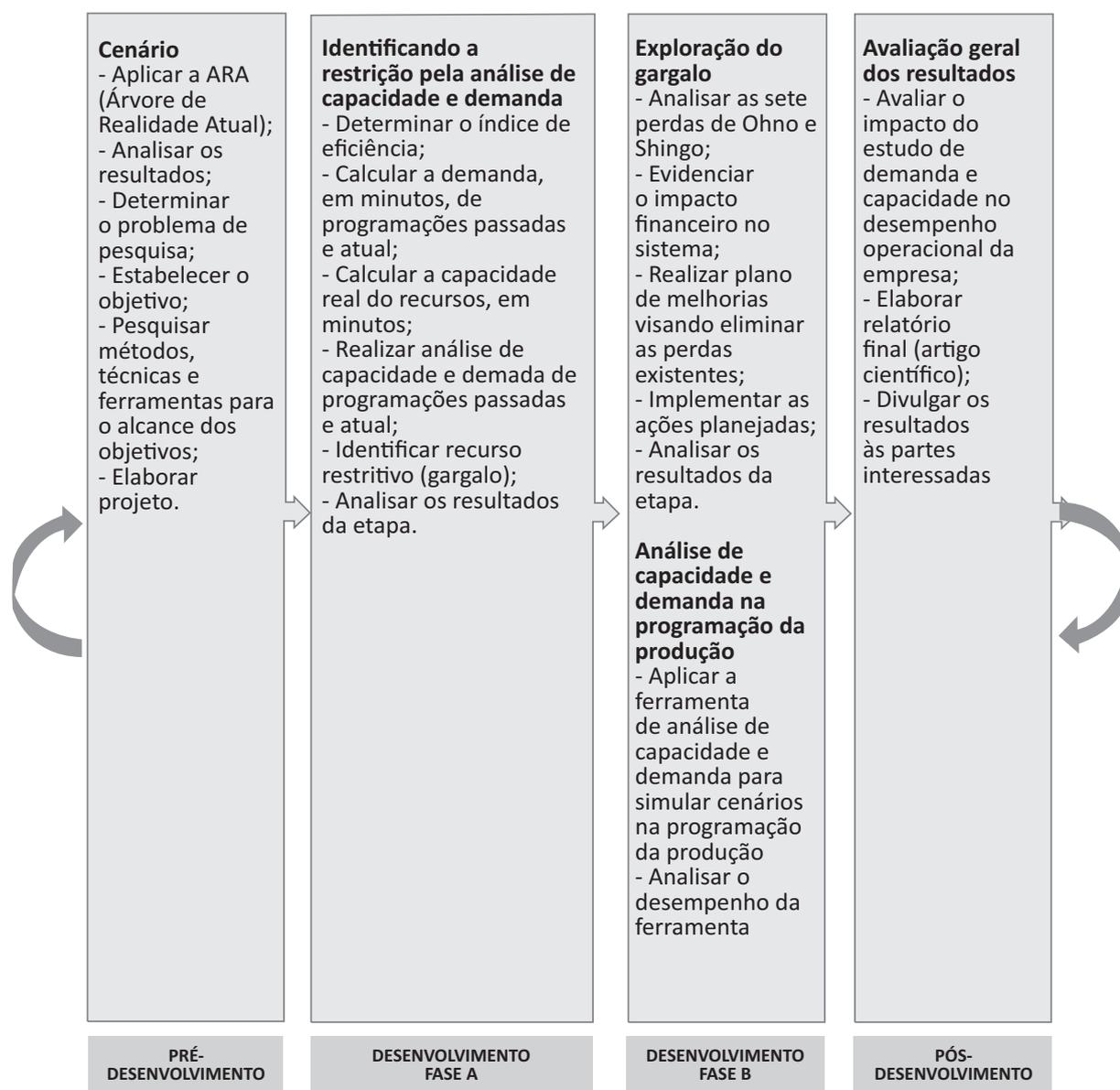
Quanto aos objetivos, o método pretende implantar ações que poderão servir de base ou referência a outras pesquisas, logo classifica-se como um estudo exploratório (JUNG, 2004). Também se pode avaliar como sendo de cunho exploratório, porque será necessário nos estágios iniciais da pesquisa, identificar os aspectos e características do sistema produtivo, modelo e prática de gestão, regras internas, etc.

A pesquisa valer-se-á da coleta de dados e de análises de abordagem quanti e qualitativa, a partir das quais serão estabelecidas hipóteses e relações de causa e efeito (JUNG, 2004). Segundo Martins (2008), as análises qualitativas são caracterizadas pela descrição, compreensão e interpretação de fatos e fenômenos, enquanto que as análises quantitativas pela mensuração.

Quanto aos procedimentos, classifica-se como um estudo de caso único, pois

o método pretende descrever um sistema de produção em âmbito particular (JUNG, 2004). Para Yin (2001), o estudo de caso é uma investigação empírica e um método abrangente de planejamento, coleta e análise de dados, cujo objetivo é compreender fenômenos organizacionais, políticos e sociais de forma complexa. Portanto, os processos organizacionais e administrativos da empresa em discussão serão investigados e descritos para a compressão integral dos fenômenos constados na ARA.

O método de condução da pesquisa basear-se-á na aplicação de três dos cinco passos do processo de focalização da TOC, os quais consistem, inicialmente, em identificar a restrição, em seguida, explorá-la para obter o máximo aproveitamento da capacidade existente e, por fim, subordinar os recursos que não são gargalos à restrição do sistema. De acordo com esses pressupostos, dividiram-se os procedimentos em quatro fases distintas, que são: pré-desenvolvimento, desenvolvimento fase A, desenvolvimento fase B e pós-desenvolvimento. Na Figura 1, é apresentado o método com as atividades realizadas em cada uma das fases descritas.



**Figura 1 - Diagrama do método**  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

## 4 Desenvolvimento

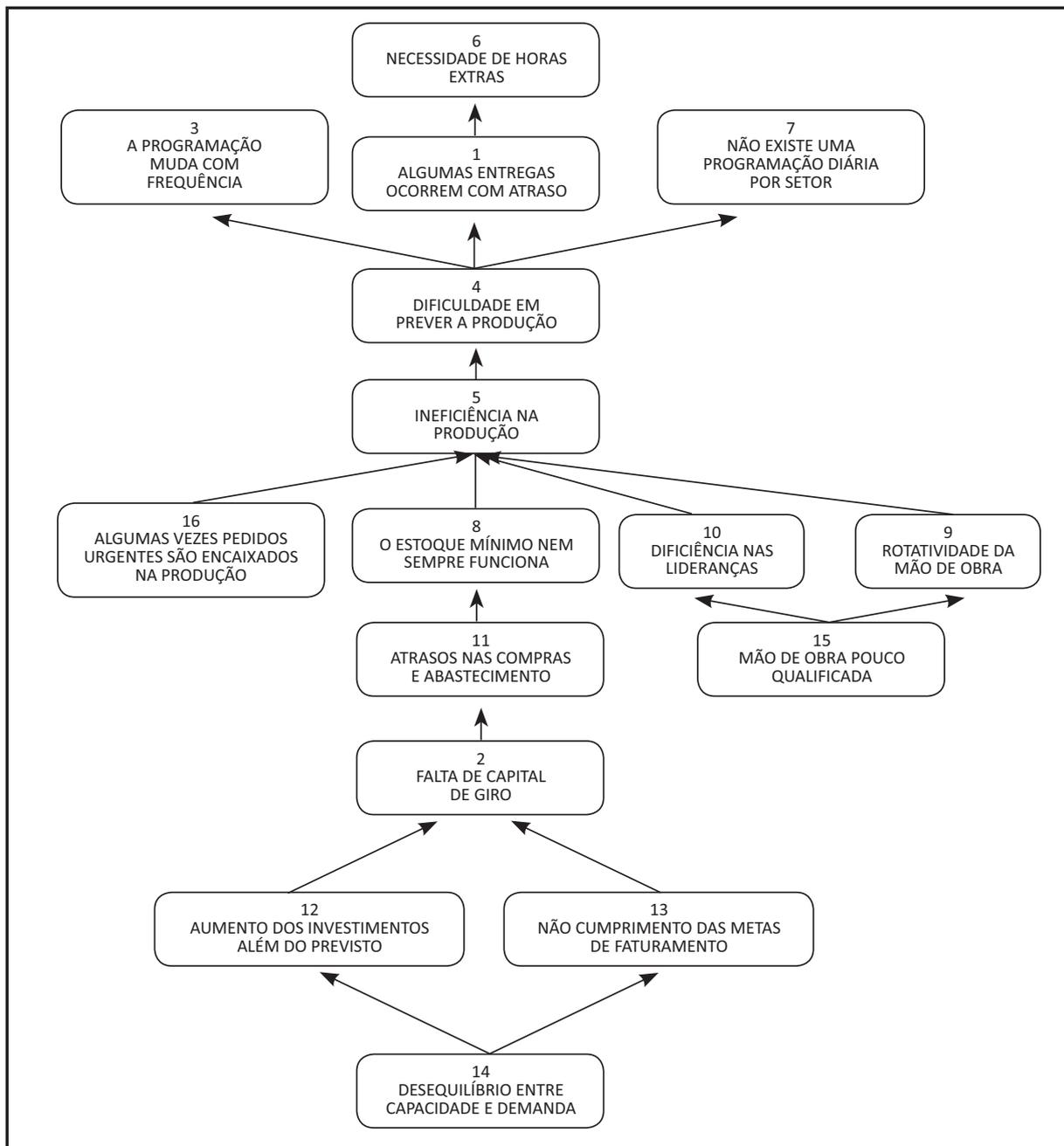
### 4.1 Cenário

A empresa objeto deste trabalho é uma confecção de pequeno porte localizada na cidade de Igrejinha/RS, no Vale do Paranhana. Essa organização é uma terceirizada que presta serviços nas áreas de desenvolvimento e de fabricação de roupas íntimas femininas para uma marca exclusiva. O aumento significativo da demanda, verificado nos últimos anos, fez a empresa investir na ampliação de sua capacidade produtiva, no entanto, a falta de um gerenciamento adequado dos recursos tem ocasionado uma série de efeitos indesejáveis que, atualmente, impactam o desempenho operacional da organização.

Seguindo as diretrizes propostas por Cox e Spencer (2002), para a construção da Árvore de Realidade Atual (ARA) foram analisados, a partir de um estudo dirigido com os gestores da organização, diversos efeitos indesejáveis (EI) em uma relação sistêmica de efeito-causa-efeito. Pode-se afirmar que o resultado obtido foi a descoberta da causa raiz sistêmica para os vários efeitos observados. O método de solução, baseado na TOC, diz que a causa raiz é a restrição do sistema que impede a organização de atingir um desempenho superior em relação a sua meta de ganhar dinheiro hoje e no futuro. Sendo assim, toda atenção foi dirigida à causa raiz para que os efeitos pudessem ser eliminados de forma definitiva.

A árvore foi construída com a participação do time gestor da empresa, envolvendo gerente geral, gerente financeiro, gerente de compras e um moderador. Após a aplicação das etapas de desenvolvimento da ARA, bem como após diversos encontros de discussões interdisciplinares na empresa, o grupo concluiu que a causa raiz de todos os sintomas observados está no desequilíbrio entre capacidade e demanda (14), conforme Figura 2. Os principais efeitos ligados à causa raiz são os investimentos, além do previsto, realizados pela empresa nos últimos períodos (12), o não cumprimento das metas de faturamento (13) e a falta de capital de giro (2). A principal causa, bem como os demais efeitos indesejáveis, foram validados a partir de dados internos e confidências à empresa.

A análise crítica, durante o diagnóstico interno do time multidisciplinar da empresa, evidenciou falhas no planejamento da capacidade que resultam em planos de produção que não condizem com a real capacidade produtiva dos recursos. Conseqüentemente, as metas de produção e faturamento podem ser difíceis de serem alcançadas e, muitas vezes, até impossíveis no dia a dia da organização. Por outro lado, quando as metas de produção e faturamento não são alcançadas, os investimentos que deveriam retornar sob a forma de ganho não se realizam e o capital de giro fica comprometido. A falta de capital de giro é apontada no diagnóstico como a causa direta dos frequentes atrasos nas compras e falhas de abastecimento.



**Figura 2 - Resultado final da ARA**  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

#### 4.2 Identificando a restrição pela análise capacidade x demanda

Esta seção trata, basicamente, dos procedimentos utilizados para a determinação da capacidade produtiva dos recursos. Utilizou-se o modelo de análise apresentado por Antunes *et al.* (2008), conforme discutido na seção 2.3. O estudo foi realizado no setor de costura e montagem de conjuntos que representa a principal linha da empresa.

A primeira etapa do método consistiu no cálculo do índice de rendimento operacional global (IROG) a partir do tempo padrão das operações e também da produção diária dos recursos. Cronometraram-se as produções em cada recurso por um período de duas horas durante três dias consecutivos, intercalando os horários entre as medições. A partir do valor médio encontrado nas observações, estimou-se a produção máxima diária

de cada recurso. Finalmente, com o tempo padrão e com a produção diária calculou-se a eficiência de cada recurso através da aplicação da Equação 1.

A próxima etapa consistiu em calcular a demanda de cada recurso com informações provenientes dos pedidos do cliente e do tempo padrão das operações. O estudo de capacidade e demanda utilizou informações de pedidos já produzidos e por produzir para que, durante as análises, fosse possível identificar algum tipo de padrão ou tendência. As análises de períodos passados referiram-se aos meses de janeiro a abril, enquanto que os pedidos atuais, a maio de 2012. O valor da demanda mensal por equipamento foi obtido a partir do produto entre a quantidade programada e o tempo padrão da operação.

A terceira etapa foi determinar a capacidade real a partir da capacidade nominal e do IROG. A capacidade nominal foi calculada pelo número de máquinas disponíveis e também pelo número de dias úteis (em minutos) previstos em cada mês. A capacidade real foi determinada pelo produto entre a capacidade nominal e o índice de eficiência.

Os Quadros 2, 3, 4, 5 e 6 apresentam as análises de capacidade e demanda realizadas para os meses de janeiro a maio de 2012, respectivamente, a partir de Antunes *et al.* (2008).

Produtos	Prog. Mensal (unid.)	Tempo de ciclo por equipamento (minutos)								Demanda mensal por equipamento (minutos)							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
		BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo-neira	Inter-lock	Tra-vete	Rev./Emb.	BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo-neira	Inter-lock	Tra-vete	Rev./Emb.
Conj. Sabrina	4.500	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	2.700	2.340	0	5.040	990	2.340	3.285	6.750
Conj. Nadador	6.000	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	3.600	3.120	0	6.720	1.320	3.120	4.380	9.000
Conj. Amore	500	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	300	260	0	560	110	260	365	750
Conj. Creuza	2.000	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	1.200	1.040	720	2.120	440	1.040	1.460	3.000
Conj. Fantástica	4.000	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	2.400	2.080	0	4.480	880	2.080	2.920	6.000
Conj. Joana	550	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	330	286	0	616	121	286	402	825
Conj. Richelly	6.000	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	3.600	3.120	0	6.720	1.320	3.120	4.380	9.000
Demanda total por equipamento (minutos)										14.130	12.246	720	26.256	5.181	12.246	17.192	35.325
Índice de eficiência operacional (TROG)										64,66%	63,24%	58,05%	67,41%	50,12%	85,10%	55,32%	74,59%
Capacidade nominal do equipamento (minutos)										23.232	23.232	11.616	34.848	11.616	11.616	23.232	34.848
Capacidade real do equipamento (minutos)										15.023	14.693	6.743	23.491	5.822	9.886	12.852	25.993
Diferença nominal em unidade de tempo (minutos)										893	2.447	6.023	-2.765	641	-2.360	-4.340	-9.332

**Quadro 2 - Análise capacidade x demanda do mês de janeiro de 2012**

Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

Produtos	Prog. Mensal (unid.)	Tempo de ciclo por equipamento (minutos)								Demanda mensal por equipamento (minutos)							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
		BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo-neira	Inter-lock	Tra-vete	Rev./Emb.	BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo-neira	Inter-lock	Tra-vete	Rev./Emb.
Conj. Sabrina	4.500	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	2.700	2.340	0	5.040	990	2.340	3.285	6.750
Conj. Amore	450	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	270	234	0	504	99	234	329	675
Conj. Joana	780	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	468	406	0	874	172	406	569	1.170
Conj. Keurim	260	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	156	135	0	291	57	135	190	390
Conj. Nadador	6.000	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	3.600	3.120	0	6.720	1.320	3.120	4.380	9.000
Conj. Miss	4.000	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	2.400	2.080	1.440	4.240	880	2.080	2.920	6.000
Conj. Richelly	6.000	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	3.600	3.120	0	6.720	1.320	3.120	4.380	9.000
Demanda total por equipamento (minutos)										13.194	11.435	1.440	24.389	5.838	11.435	16.053	32.985
Índice de eficiência operacional (TROG)										64,66%	63,24%	58,05%	67,41%	50,12%	85,10%	55,32%	74,59%
Capacidade nominal do equipamento (minutos)										22.176	22.176	11.088	33.264	11.088	11.088	12.268	33.264
Capacidade real do equipamento (minutos)										14.340	14.025	6.437	22.423	5.557	9.437	12.268	24.812
Diferença nominal em unidade de tempo (minutos)										1.146	2.590	4.997	-1.966	719	-1.998	-3.3785	-8.173

**Quadro 3 - Análise capacidade x demanda do mês de fevereiro de 2012**

Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

Produtos	Prog. Mensal (unid.)	Tempo de ciclo por equipamento (minutos)								Demanda mensal por equipamento (minutos)							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
		BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over- lock	Galo- neira	Inter- lock	Tra- vete	Rev./ Emb.	BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo- neira	Inter- lock	Tra-vete	Rev./ Emb.
Conj. Joana	3.000	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	1.800	1.560	0	3.3360	660	1.560	2.190	4.500
Conj. Miss	8.000	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	4.800	4.160	2.880	8.480	1.760	4.160	5.840	12.000
Conj. Xanadu	4.000	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	2.400	2.080	1.440	4.240	880	2.080	2.920	6.000
Básico Times	6.000	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	3.600	3.120	0	6.720	1.320	3.120	4.380	9.000
Conj. Stefani	1.500	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	900	780	540	1.590	330	780	1.095	2.250
Demanda total por equipamento (minutos)										13.500	11.700	4.860	24.390	4.950	11.700	16.425	33.750
Índice de eficiência operacional (TROG)										64,66%	63,24%	58,05%	67,41%	50,12%	85,10%	55,32%	74,59%
Capacidade nominal do equipamento (minutos)										23.232	23.232	11.616	34.848	11.616	11.616	23.232	34.848
Capacidade real do equipamento (minutos)										15.023	14.693	6.743	23.491	5.822	9.886	12.852	25.993
Diferença nominal em unidade de tempo (minutos)										1.523	2.993	1.883	-899	872	-1.814	-3.573	-7.757

#### Quadro 4 - Análise capacidade x demanda do mês de março de 2012

Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

Produtos	Prog. Mensal (unid.)	Tempo de ciclo por equipamento (minutos)								Demanda mensal por equipamento (minutos)							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
		BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over- lock	Galo- neira	Inter- lock	Tra- vete	Rev./ Emb.	BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo- neira	Inter- lock	Tra-vete	Rev./ Emb.
Conj. Miss	6.000	0,60	0,52	0,36	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	3.600	3.120	2.160	6.360	1.320	3.120	4.380	9.000
Conj. Sabrina	3.000	0,60	0,52	0	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	1.800	1.560	0	3.3360	660	1.560	2.190	4.500
Conj. Amore	2.000	0,60	0,52	0	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	1.200	1.040	0	2.240	440	1.040	1.460	3.000
Conj. Xanadu	4.000	0,60	0,52	0,36	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	2.400	2.080	1.440	4.240	880	2.080	2.920	6.000
Conj. Joana	4.500	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	2.700	2.340	0	5.040	990	2.340	3.285	6.750
Conj. Stefani	6.000	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	3.600	3.120	2.160	6.360	1.320	3.120	4.380	9.000
Demanda total por equipamento (minutos)										15.300	13.260	5.760	27.600	5.610	13.260	18.615	38.250
Índice de eficiência operacional (TROG)										64,66%	63,24%	58,05%	67,41%	50,12%	85,11%	55,32%	74,59%
Capacidade nominal do equipamento (minutos)										22.176	22.176	11.088	33.264	11.088	11.088	22.176	33.264
Capacidade real do equipamento (minutos)										14.340	14.025	6.437	22.423	5.557	9.437	12.268	24.812
Diferença nominal em unidade de tempo (minutos)										-960	765	677	-5.177	-53	-3.823	-6.347	-13.438

#### Quadro 5 - Análise capacidade x demanda do mês de abril de 2012

Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

Produtos	Prog. Mensal (unid.)	Tempo de ciclo por equipamento (minutos)								Demanda mensal por equipamento (minutos)							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
		BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over- lock	Galo- neira	Inter- lock	Tra- vete	Rev./ Emb.	BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo- neira	Inter- lock	Tra-vete	Rev./ Emb.
Conj. Joana	4.500	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	2.700	2.340	0	5.040	990	2.340	3.285	6.750
Conj. Amore	750	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	450	390	0	840	165	390	548	1.125
Conj. Sabrina	3.000	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	1.800	1.560	0	3.3360	660	1.560	2.190	4.500
Conj. Italiana	6.000	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	3.600	3.120	2.160	6.360	1.320	3.120	4.380	9.000
Conj. Renata	1.500	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	900	780	540	1.590	330	780	1.095	2.250
Conj. Ronaldinha	850	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	510	442	306	901	187	442	621	1.275
Conj. Stefani	1.500	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	900	780	540	1.590	330	780	1.095	2.250
Conj. Times	1.500	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	600	520	0	1.120	220	520	730	1.500
Demanda total por equipamento (minutos)										11.460	9.932	3.546	20.801	4.202	9.932	13.943	28.650
Índice de eficiência operacional (TROG)										64,66%	63,24%	58,05%	67,41%	50,12%	85,11%	55,32%	74,59%
Capacidade nominal do equipamento (minutos)										24.288	24.288	12.144	36.432	12.144	12.144	24.288	36.432
Capacidade real do equipamento (minutos)										15.706	15.361	7.050	24.558	6.087	10.336	13.436	27.175
Diferença nominal em unidade de tempo (minutos)										4.246	5.429	3.504	3.757	1.885	404	-507	-1.475

#### Quadro 6 - Análise capacidade x demanda do mês de maio de 2012

Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

Nos Quadros 2, 3, 4, 5 e 6, verifica-se que o processo de revisão/embalagem apresenta o maior déficit de capacidade entre todos os recursos e em todos os meses estudados, evidenciando, claramente, que esse recurso é o gargalo do sistema. Portanto, essa análise é uma evidência de que a empresa não tem um planejamento adequado da capacidade, confirmando os resultados da ARA.

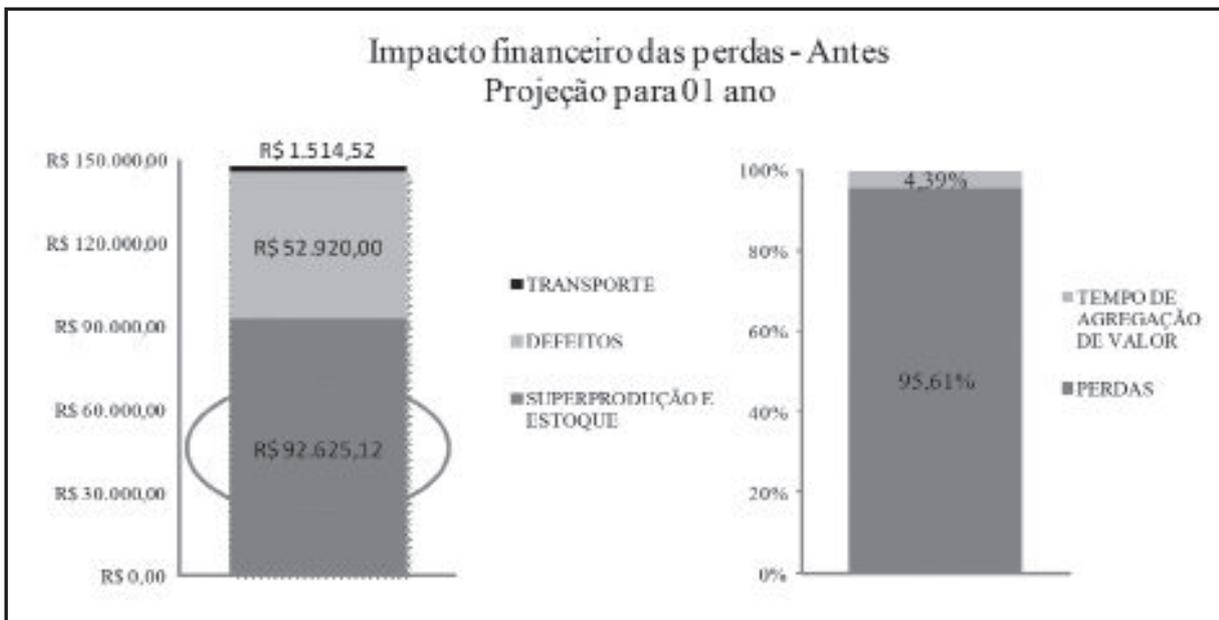
A análise de capacidade e demanda mostrou ser uma ferramenta de fácil aplicação, podendo ser utilizada em qualquer nível de organização. Além do mais, na visão de Antunes *et al.* (2008), sua lógica, ao considerar a eficiência dos recursos, tem um rigor científico maior que os métodos tradicionais que, por exemplo, consideraram o gargalo o recurso com maior quantidade de estoque.

#### 4.3 Exploração do gargalo

Esta etapa teve por objetivo explorar a capacidade oculta existente na restrição que, frequentemente, era desperdiçada por causa da utilização de regras e procedimentos inadequados. Para aumentar a capacidade efetivamente útil e minimizar os tempos mortos do gargalo, foi realizada a análise da restrição a partir das sete perdas de Ohno e Shingo (Sistema Toyota de Produção). Segundo Pacheco (2011), a combinação da aplicação das sete perdas na operação pode gerar ganhos de capacidade no gargalo.

A análise das sete perdas iniciou-se a partir do mapeamento do processo, através do qual foram identificadas as operações, as características do fluxo e as principais perdas existentes. A análise preliminar detectou a falta de sincronismo na produção de tangas e sutiãs, que resultou na formação de estoques intermediários e em perdas por superprodução ao longo do fluxo. Também se identificaram perdas por transporte, embora não muito significativas, e perdas pela produção de produtos defeituosos, cuja taxa ficou em 2,5% em relação ao total produzido. Contudo, as perdas por processamento em si, movimentação e espera do operador não foram investigadas neste estudo porque, segundo Shingo (1996 *apud* Antunes *et al.*, 2008), exigiriam a adoção de princípios e técnicas mais aprofundadas do ponto de vista da engenharia e da análise de valor para o caso das perdas por processamento em si, assim como, de uma análise criteriosa do movimento humano e da postura no trabalho em se tratando das perdas por movimentação. As perdas por espera do operador foram pouco evidentes, por isso não foram aqui consideradas.

A Figura 3 apresenta os resultados da análise das sete perdas sob aspecto econômico da organização, evidenciando as perdas por estoque e superprodução, em seguida, as perdas por produtos defeituosos e, por fim, com menor relevância, as perdas por transporte.



**Figura 3 - Impacto financeiro das perdas no gargalo antes da exploração**  
Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

Também, na Figura 3, é apresentado o resultado de uma segunda análise que relaciona o percentual de tempo de agregação de valor em relação ao *lead time* do gargalo. Observa-se que apenas 4,39% do tempo de atravessamento agregam valor ao produto, o restante é tempo desperdiçado em estoques, superprodução e defeitos. O *lead time* médio de um conjunto, medido da entrada até a saída do processo gargalo, foi de 33 minutos para um dia normal de produção.

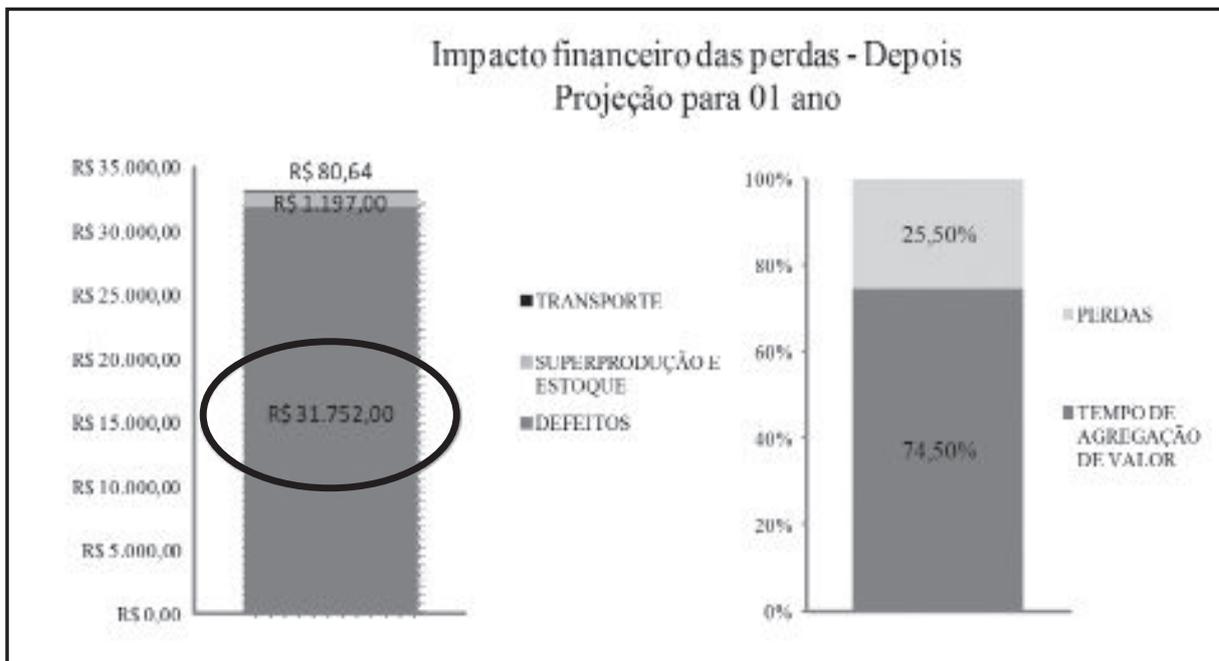
A análise das sete perdas auxiliou na tarefa de identificação dos tempos mortos do gargalo, porém o objetivo principal foi devolver o tempo desperdiçado na forma de capacidade prática e, para isso, realizaram-se algumas ações. A primeira delas consistiu na implantação de um fluxo unitário de peças, ou seja, todos operadores passaram a processar um único conjunto por vez. Segundo Cox e Spencer (2002), pequenos lotes de processamento criam fluxos contínuos de produtos por meio da fábrica e reduzem significativamente os tempos de atravessamento.

A implantação do fluxo unitário contribuiu para nivelar a carga de trabalho entre os operadores, eliminar estoques e perdas por superprodução. Também uma pequena alteração no posicionamento dos operadores em torno da mesa de revisão, sem a necessidade de mudar o leiaute, propriamente, contribui para redução das perdas por transporte. Para reduzir a taxa de processamento de produtos defeituosos no gargalo, foi implantado o sistema de autoinspeção nos recursos anteriores ao gargalo, que teoricamente tem sobra de capacidade. Segundo Antunes *et al.* (2008), o sistema de autoinspeção consiste em inspecionar o produto logo após a sua produção — pelo operador ou por algum tipo de dispositivo — antes que ele seja transportado para operação seguinte. Os operadores envolvidos nesse processo foram devidamente treinados e orientados para seguirem os padrões de qualidade exigidos pelo cliente. A meta de processamento de refugo no gargalo passou a ser de 1,5% a partir do mês junho de 2012.

Após a implantação das melhorias, realizou-se uma segunda análise, dessa vez

comparando o antes e o depois das ações. O resultado apresentou reduções significativas nas perdas estudadas. As perdas por superprodução e estoques tiveram uma redução de 98,7%, enquanto que as perdas por defeito tiveram uma redução estimada de 40% e as perdas por transporte de 94,8%.

A Figura 4 apresenta os resultados da análise das sete perdas sob o aspecto econômico da organização, após a implantação das melhorias. As perdas por defeito, agora, são as perdas mais significativas, seguidas das perdas por superprodução e estoque e, por fim, com menor relevância, as perdas por transporte.



**Figura 4 - Impacto financeiro das perdas no gargalo após a exploração**  
Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

Também na Figura 4 é apresentado o resultado da análise que relaciona o percentual de tempo de agregação de valor em relação ao *lead time*, após a exploração do gargalo. O percentual do tempo de atravessamento que agrega valor ao produto aumentou de 4,39 para 74,50%, o que permite concluir que houve um aumento na velocidade de processamento no gargalo e que os tempos mortos foram convertidos em capacidade real. O *lead time* médio do processo gargalo passou de 33 minutos para 2 minutos após a implantação das melhorias.

#### 4.4 Análise de capacidade e demanda na programação da produção

Esta seção consistiu em colocar em prática a análise de capacidade e demanda no dia a dia da programação com o objetivo de alocar a demanda de acordo com a capacidade e elaborar planos de produção mais condizentes à capacidade produtiva determinada pelos gargalos.

O Quadro 7 mostra a análise de capacidade e demanda realizada no mês de junho de 2012. Novamente, a capacidade da empresa ficou restrita ao processo de revisão e

embalagem. Para uma programação mensal de 16.500 conjuntos, foram demandados 24.750 minutos do gargalo, cuja capacidade real foi estimada em 24.812. Observa-se que a diferença nominal do gargalo foi de apenas 62 minutos, isso porque, desta vez, a demanda foi alocada de acordo a capacidade real disponível do gargalo. A partir dessa análise, pode-se concluir que a programação do mês de junho/2012 está fechada e que demanda e capacidade estão teoricamente equilibradas.

Produtos	Prog. Mensal (unid.)	Tempo de ciclo por equipamento (minutos)								Demanda mensal por equipamento (minutos)							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
		BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo-neira	Inter-lock	Tra-vete	Rev./Emb.	BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo-neira	Inter-lock	Tra-vete	Rev./Emb.
Conj. Italiana	6.000	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	3.600	3.120	2.160	6.360	1.320	3.120	4.380	9.000
Conj. Renata	6.000	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	3.600	3.120	2.160	6.360	1.320	3.120	4.380	9.000
Conj. Ariel	1.500	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	900	780	540	1.590	330	780	1.095	2.250
Conj. Carinhoso	3.000	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	1.800	1.560	0	3.3360	660	1.560	2.190	4.500
Demanda total por equipamento (minutos)										9.900	8.580	4.860	17.670	3.630	8.580	12.045	24.750
Índice de eficiência operacional (TROG)										64,66%	63,24%	58,05%	67,41%	50,12%	85,11%	55,32%	74,59%
Capacidade nominal do equipamento (minutos)										22.176	22.176	11.088	33.264	11.088	11.088	22.176	33.264
Capacidade real do equipamento (minutos)										14.340	14.025	6.437	20.369	5.557	9.437	12.268	24.812
Diferença nominal em unidade de tempo (minutos)										4.440	5.445	1.577	2.699	1.927	857	223	62

**Quadro 7 - Análise de capacidade e demanda - planejamento da produção de junho/2012**

Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

Produtos	Prog. Mensal (unid.)	Tempo de ciclo por equipamento (minutos)								Demanda mensal por equipamento (minutos)							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
		BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo-neira	Inter-lock	Tra-vete	Rev./Emb.	BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo-neira	Inter-lock	Tra-vete	Rev./Emb.
Conj. Italiana	6.089	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	3.653	3.166	2.192	6.454	1.340	3.166	4.445	9.134
Conj. Renata	6.452	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	3.871	3.355	2.323	6.839	1.419	3.355	4.710	9.678
Conj. Ariel	1.226	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	736	638	441	1.300	270	638	895	1.839
Conj. Carinhoso	3.026	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	1.816	1.574	0	3.389	666	1.574	2.209	4.539
Demanda total por equipamento (minutos)										10.076	8.732	4.956	17.982	3.694	8.732	12.259	25.190
Índice de eficiência operacional (TROG)										64,66%	63,24%	58,05%	67,41%	50,12%	85,11%	55,32%	75,73%
Capacidade nominal do equipamento (minutos)										22.176	22.176	11.088	33.264	11.088	11.088	22.176	33.264
Capacidade real do equipamento (minutos)										14.340	14.025	6.437	20.369	5.557	9.437	12.268	25.189
Diferença nominal em unidade de tempo (minutos)										4.264	5.293	1.481	2.387	1.863	705	9	0

**Quadro 8 - Análise de capacidade e demanda – produção realizada em junho/2012**

Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

O Quadro 9 mostra a análise de capacidade e demanda estendida para o mês de Julho de 2012. Para uma programação mensal de 16.850 conjuntos, foram demandados 12.301 minutos da restrição, cuja capacidade real foi estimada em 12.852 minutos. Observa-se que, nesse caso, a restrição não está no processo de revisão e embalagem, mas sim na máquina de travete por ter a menor diferença nominal. A partir dessa análise, pode-se concluir que existe uma restrição flutuante no sistema. Para Cox e Spencer (2002), uma restrição flutuante é definida como uma situação em que a restrição se move de um departamento para outro. Na maioria das vezes, as restrições flutuantes são causadas por políticas de gerenciamento inadequadas, como por exemplo, o uso de grandes lotes de produção, a operação do equipamento para obter a máxima utilização dos recursos, regras de sequenciamento, etc. O gargalo do sistema é historicamente o processo de revisão e embalagem, conforme comprovado na seção 4.2, mas neste caso, o programador considerou a capacidade real da restrição flutuante.

Produtos	Prog. Mensal (unid.)	Tempo de ciclo por equipamento (minutos)								Demanda mensal por equipamento (minutos)							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
		BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo-neira	Inter-lock	Tra-vete	Rev./Emb.	BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo-neira	Inter-lock	Tra-vete	Rev./Emb.
Conj. Sabrina	4.000	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	2.400	2.080	0	4.480	880	2.080	2.920	6.000
Conj. Amore	850	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	510	442	0	952	187	442	621	1.275
Conj. Italiana	6.000	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	3.600	3.120	2.160	6.360	1.320	3.120	4.380	9.000
Conj. Renata	6.000	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	3.600	3.120	2.160	6.360	1.320	3.120	4.380	9.000
Demanda total por equipamento (minutos)										10.110	8.762	4.320	18.152	3.707	8.762	12.301	25.275
Índice de eficiência operacional (TROG)										64,66%	63,24%	58,05%	67,41%	50,12%	85,11%	55,32%	75,73%
Capacidade nominal do equipamento (minutos)										23.232	23.232	11.616	34.848	11.616	11.616	23.232	34.848
Capacidade real do equipamento (minutos)										15.023	14.693	6.743	23.491	5.822	9.886	12.852	26.390
Diferença nominal em unidade de tempo (minutos)										4.913	5.931	2.423	5.339	2.115	1.124	552	1.115

**Quadro 9 - Análise de capacidade e demanda – planejamento da produção de julho/2012**  
Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

O Quadro 10 apresenta os resultados da aplicação da ferramenta na programação da produção do mês de julho de 2012. A produção realizada foi de 17.663 unidades de conjunto, que representa 4,83% a mais de peças produzidas em relação ao planejado que era de 16.850 peças. O IROG do processo de revisão aumentou de 75,73 para 76,03%. Portanto, é o segundo mês consecutivo em que se observa um aumento do IROG do gargalo, que representa para o sistema um ganho 1,44 pontos percentuais em eficiência.

Produtos	Prog. Mensal (unid.)	Tempo de ciclo por equipamento (minutos)								Demanda mensal por equipamento (minutos)							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
		BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo-neira	Inter-lock	Tra-vete	Rev./Emb.	BT - 2 agulhas	Zig Zag	Reta	Over-lock	Galo-neira	Inter-lock	Tra-vete	Rev./Emb.
Conj. Sabrina	4.021	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	2.413	2.091	0	4.504	885	2.091	2.935	6.032
Conj. Amore	866	0,60	0,52	0	1,12	0,22	0,52	0,73	1,50	520	450	0	970	191	450	632	1.299
Conj. Italiana	6.570	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	3.942	3.416	2.365	6.964	1.445	3.416	4.796	9.855
Conj. Renata	6.206	0,60	0,52	0,36	1,06	0,22	0,52	0,73	1,50	3.724	3.227	2.234	6.578	1.365	3.227	4.530	9.309
Demanda total por equipamento (minutos)										10.598	9.185	4.599	19.016	3.886	9.185	12.894	26.495
Índice de eficiência operacional (TROG)										64,66%	63,24%	58,05%	67,41%	50,12%	85,11%	55,32%	75,73%
Capacidade nominal do equipamento (minutos)										23.232	23.232	11.616	34.848	11.616	11.616	23.232	34.848
Capacidade real do equipamento (minutos)										15.023	14.693	6.743	23.491	5.822	9.886	12.852	26.390
Diferença nominal em unidade de tempo (minutos)										4.425	5.508	2.144	4.475	1.936	701	-42	0

**Quadro 10 - Análise de capacidade e demanda - produção realizada em julho/2012**  
Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

A análise de capacidade e demanda contribuiu para a elaboração de planos mais condizentes com a capacidade da fábrica, permitindo que, ao final de cada mês, fossem atingidas as metas de produção e faturamento sem precisar fazer uso de horas extras ou contratar capacidade adicional. Também o conhecimento a respeito da capacidade real da fábrica, determinada pela restrição, auxiliou os gestores a tomar decisões mais acertadas com relação aos investimentos e ao emprego do capital de giro.

Na Figura 5, são evidenciados dois momentos bem distintos da programação com relação ao gerenciamento da capacidade. Pode-se dizer que, antes da aplicação da ferra-

menta de análise de capacidade e demanda, os planos de produção não consideravam a real capacidade da fábrica, que era estimada de forma empírica, gerando um déficit, em minutos, que muitas vezes dificultava o cumprimento das metas de produção e faturamento. Todavia um novo cenário pode ser verificado a partir do mês de junho de 2012, quando se iniciou a aplicação da ferramenta de análise de capacidade na programação. Observa-se que os novos planos de produção foram elaborados a partir da capacidade disponível.

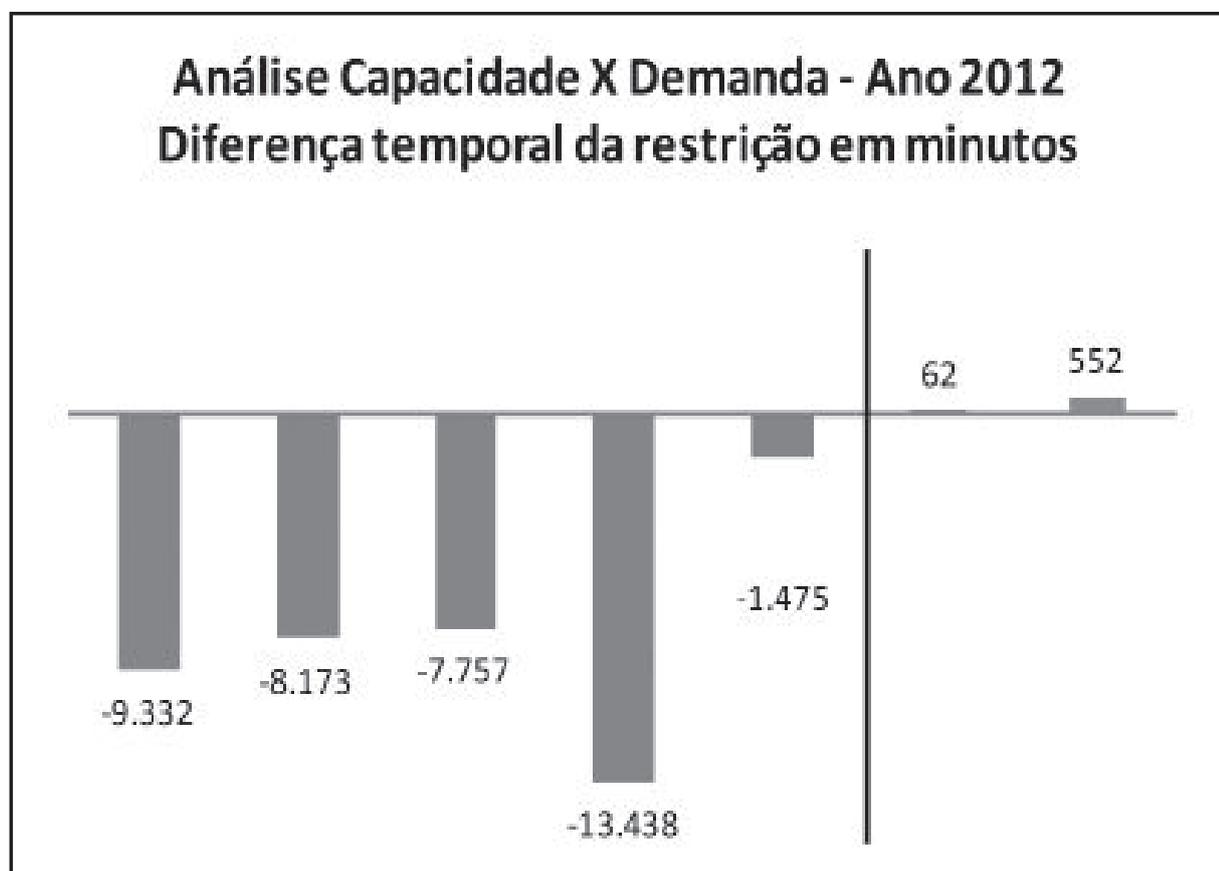


Figura 5 - Diferença temporal do gargalo antes e depois da análise CxD  
Fonte: Elaborado pelo autor (2012).

As tabelas de análise de capacidade e demanda foram desenvolvidas a partir do uso de planilhas eletrônicas do Microsoft Excel por ser uma ferramenta já conhecida na empresa, flexível e de baixo custo. A limitação da ferramenta, no entanto, está na atualização de seus dados que, atualmente, ocorre de forma manual, pois não há interface com um sistema de administração da produção como um ERP (*Enterprise Resource Planning*), por exemplo. Portanto, o acompanhamento da situação dos pedidos, assim como do índice de eficiência das operações (IROG) nem sempre é possível fazer com a máxima precisão. Durante o período de estudo, a análise de capacidade e demanda conservou o IROG calculado, inicialmente, para as operações que não são gargalos, por não serem críticas no processo e pela dificuldade de obtenção dos dados.

A análise de capacidade e demanda é uma ferramenta possível de ser aplicada em qualquer tipo de organização, independentemente do nível tecnológico. Essa ferramenta tem vocação especial para determinação de gargalos reais e potenciais de qualquer sistema. Além do mais, permite a simulação de diferentes cenários na programação da produção.

## 5 Conclusões

Este estudo apresentou os resultados de uma intervenção na gestão da produção por meio de uma pesquisa quanti e qualitativa, que teve a finalidade de analisar o impacto do estudo de demanda e capacidade no desempenho operacional de uma confecção de pequeno porte. O ponto de partida da pesquisa foi a realização do diagnóstico da empresa a partir da aplicação da ferramenta Árvore de Realidade Atual (ARA), que permitiu apontar o desequilíbrio entre os dois fatores como a causa raiz de muitos efeitos indesejáveis na empresa. O método de condução da pesquisa consistiu na identificação e exploração do gargalo para o aumento da capacidade produtiva e na aplicação da ferramenta de análise de capacidade e demanda na programação da produção.

O resultado da análise comparativa de demanda e capacidade apontou o processo de revisão e embalagem como sendo o gargalo da linha de produção de conjuntos por apresentar o maior déficit de capacidade para o período estudado. Posteriormente, uma análise criteriosa das principais perdas existentes permitiu explorar a capacidade oculta existente na restrição. O resultado da análise evidenciou as perdas por superprodução e estoque como sendo as mais críticas para o desempenho do processo. Portanto, foi a partir da implantação do fluxo unitário de peças no gargalo que se conseguiu estabelecer um fluxo contínuo com menor tempo de atravessamento e, conseqüentemente, melhor eficiência.

O terceiro passo rumo aos objetivos consistiu em subordinar todas as outras atividades à restrição através da aplicação da ferramenta de análise de capacidade e demanda na programação da produção. O resultado, nos dois primeiros meses de aplicação da ferramenta, foi satisfatório, visto que se cumpriu com o planejado sem precisar fazer uso de horas extras ou contratar capacidade adicional. Como uma análise final, pode-se afirmar que o estudo de capacidade e demanda contribuiu para melhorar a programação da empresa por meio de planos de produção mais condizentes com a real capacidade dos recursos, para aumentar o índice de eficiência com ações focadas no gargalo e para redução sistêmica de uma série de efeitos indesejáveis ligados à ARA. Para extensão deste estudo, sugere-se: (i) aprofundar a análise das sete perdas no gargalo, incluindo as perdas por movimento e as perdas no processamento em si, as quais requerem o estabelecimento de padrões operacionais e a análise de valor, respectivamente; (ii) elevar a capacidade da restrição, ou seja, aumentar a capacidade para um nível mais alto; (iii) sincronizar as atividades da linha a partir do uso da metodologia tambor-pulmão-corda (TOC), a qual tem uma vocação especial para a redução do *lead time* e estoques (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009).

## Referências

ANTUNES, Junico *et al.* **Sistemas de Produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. ABIT. **Perfil do Setor**. Disponível em: <[http://www.abit.org.br/site/navegacao.asp?id\\_menu=1&id\\_sub=4&idioma=PT](http://www.abit.org.br/site/navegacao.asp?id_menu=1&id_sub=4&idioma=PT)>. Acesso em: 01/2012

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e controle da produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas: 2009.

COX, J.; SPENCER, M. S. **Manual da teoria das restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Síndrome do Palheiro**: Garimpando Informações num Oceano de Dados. São Paulo: Educator, 1992.

JUNG, C. F. **Metodologia para pesquisa & desenvolvimento**: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos. Rio de Janeiro: Axel Books, 2004.

MARTINS, G. A. **Estudo de caso**: uma estratégia de pesquisa. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

PACHECO, D. A. J. **A proposição de estratégias para elevar a capacidade das restrições em sistemas produtivos**: a aplicação integrada da teoria das restrições e do lean manufacturing. XXX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, 2011.

RODRIGUES, P. C. C.; OLIVEIRA, O. J. Modelos de gestão de estoques intermediários no processo de fabricação. **XIII SIMPEP**, Bauru São Paulo, 2006.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**: atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo: Atlas, 2002.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookmann, 2001.