

Sistema FIEB



CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

CAROLINE CABRAL FERNANDES DA COSTA

**A manufatura enxuta e seu impacto em micro, pequenas e médias
empresas brasileiras**

Salvador, 2020

CAROLINE CABRAL FERNANDES DA COSTA

**A manufatura enxuta e seu impacto em micro, pequenas e médias
empresas brasileiras**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu do Centro Universitário SENAI CIMATEC como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial

Orientador: Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos

Salvador, 2020

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Centro Universitário SENAI CIMATEC

C873m Costa, Caroline Cabral Fernandes da

A manufatura enxuta e seu impacto em micro, pequenas e médias empresas brasileiras / Caroline Cabral Fernandes da Costa. – Salvador, 2020.

116 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos

Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial) – Programa de Pós-Graduação, Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, 2020.

Inclui referências.

1. Produtividade das empresas. 2. Manufatura enxuta. 3. Micro, pequenas e médias empresas. 4. Impacto na produtividade - Administração de empresas. I. Centro Universitário SENAI CIMATEC. II. Passos, Francisco Uchoa. III. Título.

CDD 658.5

CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC**Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial**

A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, aprova a Defesa de Mestrado, intitulada "A Manufatura Enxuta e seu Impacto na Produtividade em Micro, Pequenas e Médias Empresas" apresentada no dia 28 de setembro de 2020, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial.

Assinado digitalmente por: Francisco Uchoa Passos
O tempo: 29-09-2020 16:07:21

Orientador:

Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos
SENAI CIMATEC

Assinado digitalmente por: Aloisio Santos Nascimento Filho
O tempo: 29-09-2020 18:39:04

Membro Interno:

Prof. Dr. Aloísio Santos Nascimento Filho
SENAI CIMATEC

**Alberto Xavier
Pavim**

Assinado de forma digital por
Alberto Xavier Pavim
Dados: 2020.09.30 11:32:40
-03'00'

Membro Externo:

Prof. Dr. Alberto Xavier Pavim
SENAI/DN

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, Marcus Vinícius Santana dos Santos, por caminhar ao meu lado por todos os caminhos que decidimos seguir.

Aos meus pais, Marco Antônio Fernandes da Costa e Anaracy Cabral, por me mostrarem o valor do conhecimento e por tudo que abdicaram para que eu pudesse sempre estudar.

Aos meus irmãos, Marco, Cristiane e Leônidas, por todo incentivo, apoio e inspiração na vida.

Aos meus gerentes Marcelo Fabrício Prim e Vanessa Papette Canhete por todo apoio, compreensão e suporte nessa jornada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos por seus auxílios, orientações, paciência e disponibilidade desde o dia que decidi percorrer esse caminho.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Aloísio Santos Nascimento Filho e Prof. Dr. Alberto Xavier Pavim, pela disponibilidade em avaliar o trabalho e contribuir com o meu desenvolvimento.

Às minhas colegas Laríssa de Paiva Silva, Andressa Tairine Evangelista e Camilla Santana Rossi por todo apoio e disponibilidade em escutar e ajudar.

RESUMO

A recessão iniciada no Brasil em 2013 e a severa restrição fiscal potencializaram os desafios impostos à competitividade da indústria brasileira. Em um contexto onde a indústria brasileira perdia importância no produto interno bruto (PIB), e em escala internacional, a indústria passava por diversas transformações (como a digitalização, o aprofundamento da robotização, *big data* e inteligência artificial), a criação de um programa intrafirma, com o objetivo central de redução de desperdícios e aumento da competitividade da empresa, com baixo custo e resultados em curto espaço de tempo, apresentou-se inovador, como instrumento de política pública. Foi então que em 2015 surgiu o Programa Brasil Mais Produtivo (B+P), uma iniciativa do governo federal, com a adoção de uma estratégia de atuar intrafirma na obtenção de resultados de forma rápida, sem a necessidade de investimentos, custos baixos e ganhos expressivos de produtividade. O presente trabalho tem como objetivo analisar o impacto na produtividade das empresas que tiveram intervenções realizadas nos seus processos produtivos com a utilização de ferramentas de manufatura enxuta, também busca caracterizar o perfil das empresas da amostra que obtiveram os melhores e piores resultados de produtividade.

Palavras-chave: Produtividade; Manufatura enxuta; Micro, pequenas e médias empresas; Impacto.

ABSTRACT

The recession and the severe fiscal restriction that started in 2013 in Brazil increased the challenges imposed on the competitiveness in the Brazilian industry.

In a context where the Brazilian industry had lost importance of the gross domestic product (GDP), and the international industry was going through several transformations (such as digitalization, the deepening of robotics, big data and artificial intelligence), an intra-firm program was created as an implement of public policy that proved to be innovative, with the central goal of reducing waste and increasing the competitiveness of the company, with low cost and results in a short period of time. It was then that in 2015 the Brasil Mais Produtivo (B + P) arose from an initiative of the federal government, with the inclusion of a strategy of acting intrafirm in obtaining results quickly, without the need for investments, with low costs and expressive gains in productivity. The present work aims to analyze the impact on the productivity of companies that had interventions carried out in their production processes using lean manufacturing tools, it also seeks to characterize the profile of the companies in the sample that obtained the best and worst productivity results.

Keywords: Productivity; Lean manufacturing; Micro, small and medium-sized enterprises; Impact.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Estudos obtidos pela revisão integrativa | 8 |
| Tabela 2 – Ferramentas e portes das empresas dos estudos da revisão bibliográfica.. | 12 |
| Tabela 3 – Tabela resumo das ferramentas e impacto na produtividade encontrados na revisão integrativa | 29 |
| Tabela 4 – Atendimentos do programa por porte da empresa | 40 |
| Tabela 5 - Atendimentos do programa por setor da empresa..... | 41 |
| Tabela 6 – Etapa 02 – Definição das unidades de medida de produtividade | 50 |
| Tabela 7 – Atendimentos com produtividade aferida com denominador “tempo” | 52 |
| Tabela 8 – Relação dos 101 numeradores (tipos de produtos) encontrados na amostra “produto/dia” | 52 |
| Tabela 9 - Relação dos 84 numeradores classificados como “unidades” | 56 |
| Tabela 10 – Relação da quantidade de ferramentas utilizadas nos atendimentos | 57 |
| Tabela 11 – Estados com atendimentos na amostra final | 62 |
| Tabela 12 – Distribuição de portes na amostra final..... | 63 |
| Tabela 13 - Distribuição por setor produtivo na amostra final | 63 |
| Tabela 14 – Trios de ferramentas que apresentaram resultados de interesse | 64 |
| Tabela 15 – Impactos de interesse em produtividade relacionados aos trios de ferramentas utilizados..... | 65 |
| Tabela 16 – Maiores aumentos de produtividade relacionados aos trios de ferramentas utilizados, por porte e setor produtivo | 68 |
| Tabela 17 – Distribuição das empresas do estrato com os maiores aumentos de produtividade, por porte e setor produtivo..... | 68 |
| Tabela 18 - Caracterização operacional das 28 empresas de vestuário e calçados de pequeno porte que aplicaram as ferramentas MFV, FC e 5S e obtiveram os maiores aumentos de produtividade | 70 |
| Tabela 19 - Caracterização operacional das 15 empresas de vestuário e calçados de pequeno porte que aplicaram as ferramentas MFV, FC e TP e obtiveram os maiores aumentos de produtividade | 72 |

| | |
|---|----|
| Tabela 20 - Caracterização operacional das 07 empresas de metalmeccânica de médio porte que aplicaram as ferramentas MFV, TP e 5S e obtiveram os maiores aumentos de produtividade | 73 |
| Tabela 21 - Caracterização operacional das 08 empresas do setor moveleiro de pequeno porte que aplicaram as ferramentas MFV, TP e 5S e obtiveram os maiores aumentos de produtividade | 74 |
| Tabela 22 - Menores aumentos de produtividade relacionados aos trios de ferramentas utilizados, por porte e setor produtivo | 76 |
| Tabela 23 - Distribuição das empresas do estrato com os menores aumentos de produtividade, por porte e setor produtivo | 76 |
| Tabela 24 – Caracterização operacional das 03 empresas de alimentos e bebidas que aplicaram as ferramentas do Trio 1 (MFV, FC e 5S) e obtiveram os menores aumentos de produtividade | 78 |
| Tabela 25 – Caracterização das 05 empresas de alimentos e bebidas que aplicaram as ferramentas do Trio 7 (MFV, TP e 5S) e obtiveram os menores aumentos de produtividade | 79 |

LISTAS DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Piloto Indústria + Produtiva realizado pela CNI..... | 3 |
| Figura 2 – Etapas iniciais do MFV | 16 |
| Figura 3 - Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor..... | 16 |
| Figura 4 – Distribuição demográfica brasileira..... | 32 |
| Figura 5 – Participação da indústria de transformação no PIB entre 1970 e 2016 (%) . | 34 |
| Figura 6 – Orientação para a prospecção dos atendimentos do programa..... | 39 |
| Figura 7 - Distribuição dos atendimentos por estado e região brasileira | 42 |
| Figura 8 - Aumento médio de produtividade por setor e valor médio do programa (%) | 43 |
| Figura 9 – Redução média de movimentação por setor e o valor médio do programa (em %) | 44 |
| Figura 10 - Redução média de retrabalho por setor e valor médio do programa (em %) | 44 |
| Figura 11 - Retorno médio do investimento na consultoria por setor e valor médio do programa (meses)..... | 45 |
| Figura 12 – Estrutura do diagnóstico inicial e do relatório de atendimento elaborado nas empresas | 46 |
| Figura 13 – Delineamento da pesquisa | 47 |
| Figura 14 – Sistemática para padronização da unidade de medida de produtividade.. | 49 |
| Figura 15 – Sistemática para a identificação dos trios de ferramentas que promoveram impactos mais expressivos | 58 |
| Figura 16 - Sistemática para a identificação empresas que tiveram impactos mais expressivos | 60 |
| Figura 17 - Sistemática para a identificação de empresas que tiveram impactos mais expressivos | 61 |
| Figura 18 – Estados passado e presente de uma empresa que aplicou a ferramenta fluxo contínuo e implantou células de produção..... | 71 |
| Figura 19- Fases da revisão integrativa | 93 |
| Figura 20 - Etapas das pesquisas de descritores | 94 |

| | |
|---|----|
| Figura 21 - Artigos encontrados com os descritores da pesquisa..... | 95 |
| Figura 22 - Metodologia aplicada para inclusão e exclusão de artigos..... | 96 |

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

5S - 5 sentidos

A&B - Alimentos e Bebidas

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

APEX - Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos

APL - Arranjo Produtivo Local

B+P - Brasil Mais Produtivo

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CEMPRE - Cadastro Central de Empresas

CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe

CNI - Confederação Nacional da Indústria

CT&I - Ciência, tecnologia e inovação

FC - Fluxo contínuo

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

MFV - Mapa de fluxo de valor

MM - Metalmeccânica

MOV - Moveleiro

OEE - *Overall Equipment Effectiveness*

PBM - Plano Brasil Maior

PDP - Política de Desenvolvimento Produtivo

PIB - Produto interno bruto

PICE - Política Industrial e de Comércio Exterior

PITCE - Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

PME - Pequenas e médias empresas

PP - Produção puxada

PPGGETEC - Pós-graduação em Gestão e Tecnologia Industrial

QF - Qualidade na fonte

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

TP - Trabalho padronizado

TPM - *Total Productive Maintenance*

TPS - *Toyota Production System*

TRF - Troca rápida de ferramentas

UF – Unidade de Federação

V&C - Vestuário e Calçados

www - *World Wide Web*

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 OBJETIVO | 6 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO | 6 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 8 |
| 2.1 DESPERDÍCIOS COMBATIDOS PELA MANUFATURA ENXUTA..... | 10 |
| 2.2 NATUREZA DAS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA..... | 11 |
| 2.3 MANUFATURA ENXUTA NAS EMPRESAS PEQUENAS E MÉDIAS..... | 20 |
| 2.4 IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE PELO USO DAS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA..... | 25 |
| 3. O PROGRAMA BRASIL MAIS PRODUTIVO..... | 31 |
| 4. METODOLOGIA..... | 46 |
| 4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA..... | 47 |
| 4.2 ETAPA 01 – SELECIONAR A AMOSTRA INICIAL | 48 |
| 4.3 ETAPA 02 – REALIZAR A COLETA DE DADOS..... | 48 |
| 4.4 ETAPA 03 – ANALISAR E DEFINIR A UNIDADE DE MEDIDA DO INDICADOR DE PRODUTIVIDADE..... | 48 |
| 4.5 ETAPA 04 – ANALISAR A QUANTIDADE DE FERRAMENTAS DE MANUFATURA ENXUTA UTILIZADAS..... | 57 |
| 4.6 ETAPA 05 – SELECIONAR A AMOSTRA FINAL | 58 |
| 4.7 ETAPA 06 – IDENTIFICAR AS FERRAMENTAS E CARACTERIZAR AS EMPRESAS QUE OBTIVERAM IMPACTOS MAIS E MENOS EXPRESSIVOS..... | 58 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 62 |
| 5.1 A AMOSTRA DA PESQUISA..... | 62 |
| 5.2 IDENTIFICAÇÃO DAS FERRAMENTAS COM MAIORES IMPACTOS NOS ESTRATOS DE EMPRESAS DE INTERESSE DA PESQUISA | 64 |

| | |
|---|----|
| 5.3 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS QUE OBTIVERAM OS MAIORES AUMENTOS DE PRODUTIVIDADE..... | 67 |
| 5.4 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS QUE OBTIVERAM OS MENORES AUMENTOS DE PRODUTIVIDADE..... | 75 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 81 |
| 6.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA..... | 87 |
| 6.2 OUTRAS CONTRIBUIÇÕES | 87 |
| 6.3 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS | 88 |
| REFERÊNCIAS | 89 |
| APÊNDICE A – FASES DA REVISÃO INTEGRATIVA | 93 |
| APÊNDICE B - VARIÁVEIS DE ANÁLISE E CLASSIFICAÇÕES UTILIZADAS NO ESTUDO..... | 98 |

1. INTRODUÇÃO

Diante do cenário econômico vivido desde 2013 no Brasil, volta a ganhar relevância um debate relativamente apagado nas discussões sobre economia brasileira: a produtividade, que é uma agenda governamental crucial para o desenvolvimento econômico e para o crescimento de renda de um país. De acordo com o Banco Mundial, diferenças de produtividade justificam metade das diferenças de renda per capita num país (MUNDIAL, 2018).

Bons resultados de crescimento econômico verificados desde o ano de 2000 no Brasil, ocasionados pelo aumento acelerado das *commodities*, foco nas políticas sociais, políticas de transferência de rendas, valorização do salário mínimo, contribuíram para a ampliação do mercado interno e o surgimento de um novo dinamismo da economia interna. Políticas de ampliação de crédito também contribuíram fortemente para o crescimento. Apesar do crescimento econômico ter sido expressivo desde o ano 2000, percebe-se que os investimentos encontram-se estagnados, e medidas que fomentem este crescimento são necessárias (DE NEGRI e CAVALCANTE, 2014).

Um conjunto de instrumentos com o objetivo de fomentar o processo de desenvolvimento e crescimento econômico, que envolvem o setor público e o privado, por meio do fortalecimento da competitividade da indústria, pode ser definido como uma política industrial. Para a superação de restrições macroeconômicas ao crescimento, uma política industrial é parte essencial ao desenvolvimento socioeconômico sustentável (CEPAL, 2018).

Analisando as ondas de políticas industriais, no Brasil, entre 1940-70, o desenvolvimento deu-se por meio da industrialização, já entre 1980-1990, ocorria a liberalização econômica, em 2000, os governos utilizavam de estratégias focalizadas para aumentar a produtividade e, na década entre 2010-20, os governos utilizam de agências de desenvolvimento de tecnologia, com coordenação público-privada multinível (CEPAL, 2018).

A indústria brasileira, em 2018, apresentou 11% de participação no PIB brasileiro, uma retração significativa quando comparamos com a participação da década

de 70, que girava em torno de 30%. Entre os motivos destacam-se a baixa produtividade, baixa competitividade e a necessidade de ampliação de investimentos (CEPAL, 2018).

Até 1980 a política industrial brasileira esteve fortemente subordinada aos determinantes da política macroeconômica, ao endividamento externo e à inflação, o que resultou em restrições ao financiamento e ao investimento. Essa restrição comprometeu o processo de desenvolvimento tecnológico e ampliou o hiato tecnológico do parque nacional, quando comparado a padrões internacionais (CEPAL, 2018).

Em 1980, o governo federal contava com a Política Industrial e de Comércio Exterior (PICE), cujo objetivo central era o aumento da eficiência na produção e na comercialização de bens e serviços a partir de um novo modelo de produção e acumulação para o país. Essa política operou com dois mecanismos: a liberalização comercial e os instrumentos de apoio à competitividade, entretanto não existiram investimentos voltados à ampliação da capacidade produtiva e as empresas passaram a focar em suas atividades principais, ampliando a terceirização e a subcontratação. A partir de 2003, ocorreu um movimento de resgate da importância da política industrial no Brasil, com o lançamento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), que tinha como principais objetivos o aumento da eficiência produtiva, aumento da capacidade de inovação e expansão das exportações. Em 2008 ocorreu uma revisão das linhas gerais de política industrial brasileira a partir do lançamento da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) cujo objetivo central era dar sustentabilidade ao ciclo de expansão da economia nacional. A PDP apresentou importantes inovações em sua estruturação, apoiando sistemas produtivos em vez de setores específicos, mas muitas das metas e dos objetivos almejados não foram alcançados. No período de 2011 a 2014 teve no Brasil o lançamento do Plano Brasil Maior (PBM), que representou uma mudança no foco da política industrial em comparação com os objetivos da PDP, com ênfase em benefícios fiscais, combinados com ações de maior impacto, incorporando uma seleção mais cuidadosa de prioridades para maximizar os resultados das ações (CEPAL, 2018).

Com a emergência da China, na última década, como potência mundial e grande centro industrializado, tornou-se prioridade para as empresas que seus custos

de produção sejam competitivos. A recessão iniciada no Brasil em 2013, com severa restrição fiscal, potencializou os desafios impostos à competitividade da indústria brasileira, pois nos últimos 30 anos, a indústria brasileira encontra-se estagnada. Com isso muitas discussões surgiram sobre fatores externos e internos ao chão de fábrica. Foi a partir de visitas a grandes empresas brasileiras, que um grupo de trabalho da Confederação Nacional da Indústria (CNI) percebeu que as melhorias que eram realizadas para a manutenção da competitividade industrial de grandes empresas, como Embraer, tinham fundamento nas técnicas de manufatura enxuta e então decidiu desenvolver um método de adoção dessas técnicas para que fossem acessíveis a pequenas e médias empresas. Em 2014, a CNI realizou um programa piloto, juntamente com o SENAI, de consultoria (Figura 1) com foco em manufatura enxuta junto a 18 empresas, em 4 estados brasileiros. O resultado do programa piloto foi expressivo e alcançou um impacto médio de incremento de 42% de produtividade no chão de fábrica dessas 18 empresas, sem a necessidade de investimentos.

Figura 1 – Piloto Indústria + Produtiva realizado pela CNI.



Fonte: A autora (2020).

O resultado de incremento de produtividade foi alcançado apenas com aplicação de ferramentas de manufatura enxuta, sem a troca de equipamentos. O então Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) já havia observado a lacuna na promoção da produtividade nas linhas de produção das empresas como um campo de contribuição à melhoria da produtividade no país. Com a lacuna levantada e o

resultado dos 18 pilotos, o governo federal criou um programa nacional de manufatura enxuta para atendimento de 3.000 empresas, como um instrumento de produtividade intrafirma. Esse programa deu maior escala ao projeto piloto, realizado pela CNI e SENAI, e buscava alcançar empresas em todo o país.

Em um contexto onde a indústria brasileira perdia importância no produto interno bruto (PIB), e em escala internacional a indústria passava por diversas transformações (como a digitalização, o aprofundamento da robotização, big data e inteligência artificial), um programa intrafirma com o objetivo central de redução de desperdícios e aumento da produtividade da empresa, com baixo custo e com resultados em curto espaço de tempo, apresentou-se inovador, como instrumento de política industrial. Foi então que em 2015 surgiu o **Programa Brasil Mais Produtivo** (Programa B+P), uma iniciativa do governo federal, com a adoção de uma estratégia de atuar intrafirma na obtenção de resultados de forma rápida, sem a necessidade de investimentos, com custos relativamente baixos e expectativa de ganhos expressivos de produtividade. O Programa B+P foi realizado sob coordenação do então Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio (MDIC), e teve como parceiros o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX), a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). O valor total investido no Programa B+P foi de R\$ 50 milhões.

Entre os fundamentos do referido programa destacava-se o atendimento intrafirma; a fixação de indicadores e metas mensuráveis; atendimentos feitos a partir de análises técnicas que objetivavam e priorizavam a otimização das ferramentas de manufatura enxuta; a utilização de metodologias testadas previamente e aplicáveis em pequenas e médias empresas; o escalonamento de um programa padronizado e o atendimento em todos os estados brasileiros.

O Programa B+P foi concebido com o foco de intervenções diretas voltadas ao aumento da produtividade em firmas do setor industrial, associadas a metas e indicadores de desempenho manejáveis pela sua política. Era um programa de manufatura enxuta e baseou-se na aplicação de ferramentas de gestão no chão de

fábrica, sem o objetivo de elevar a taxa de investimento sobre o PIB. Foram desenhadas métricas para mensurar o desempenho da política, com indicadores que eram tangíveis às ações que o programa propôs desenvolver.

O conceito de manufatura enxuta, utilizado para o atendimento intrafirma do Programa B+P, foi originalmente desenvolvido pela *Toyota Motor Company* e, adotado por empresas da indústria automobilística japonesa a partir dos anos 1950. Os objetivos básicos da manufatura enxuta são reduzir os desperdícios do sistema de produção, ter maior qualidade dos produtos, diminuir o tempo de entrega dos produtos aos clientes, com menor número de defeitos e, ainda, estabelecer um processo de inovação incremental contínuo. O Programa B+P foi implantado com o objetivo de eliminar custos que não agregavam valor ao processo de produção das empresas atendidas. Com esse objetivo, alcançaram-se resultados expressivos de incremento de produtividade média de 52% nas empresas atendidas, e o retorno do investimento devido às intervenções foi alcançado, em média, em 5 meses.

Cada consultoria nas empresas tinha uma carga horária de 120 horas, distribuídas em fases de diagnóstico, preparação, intervenção e encerramento. Em cada consultoria eram aplicadas algumas das ferramentas de manufatura enxuta (mapa de fluxo de valor, produção puxada, fluxo contínuo, trabalho padronizado, organização e limpeza, qualidade na fonte ou troca rápida de ferramentas), conforme necessidades específicas, para melhoria do processo produtivo e redução dos desperdícios encontrados (superprodução, elevados tempos de espera, transporte desnecessário, excesso de processamento, excesso de estoque, movimentação desnecessária ou produção de itens defeituosos).

Quando se contempla um programa de melhoria de produtividade como o Programa B+P, uma questão que se coloca é a de aferir a efetividade do programa, com vistas ao seu aprimoramento e às contribuições que o mesmo possa fazer, no futuro, a outros programas similares. Para tanto, saber quais ferramentas da manufatura enxuta são mais eficazes e em quais setores produtivos essas ferramentas propiciam melhores resultados parece ser de fundamental importância. Com essa intenção, o presente trabalho descreve uma pesquisa documental feita nos 3.000 atendimentos que

aplicaram a metodologia de consultoria realizada pelo Programa B+P de alavancagem da manufatura enxuta, conforme os objetivos a seguir estabelecidos.

1.1 OBJETIVO

Objetivo Geral

Verificar os impactos das ferramentas de manufatura enxuta nas empresas brasileiras atendidas pelo Programa B+P.

Objetivos específicos

Como objetivos específicos, o presente trabalho pretende:

1. Identificar as ferramentas de manufatura enxuta que promoveram os impactos mais expressivos em produtividade na amostra de empresas atendidas pelo Programa B+P pertencentes aos setores escolhidos para análise.
2. Caracterizar o perfil das empresas da amostra que obtiveram os resultados mais expressivos de produtividade.
3. Caracterizar o perfil das empresas da amostra que obtiveram os resultados menos expressivos de produtividade.

1.2 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Na perspectiva de uma massificação do Programa B+P, este trabalho pode retroalimentar o programa, mostrando onde existe uma efetividade maior das ferramentas de manufatura enxuta a serem escolhidas para o atendimento. O presente trabalho pode servir como subsídio a outras instituições ou governos que queiram aplicar um programa intrafirma similar, assim como também pode ser aplicado como catalisador em futuras consultorias de melhorias de processo produtivo em empresas similares, com o objetivo de ser assertiva a escolha das ferramentas de manufatura enxuta que promovem os melhores resultados de incremento de produtividade.

O presente trabalho também pode proporcionar melhor conhecimento prático da realidade da indústria brasileira para o meio acadêmico, pois fornecerá informações empíricas de um programa de manufatura enxuta para futuros estudos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Foi realizada, inicialmente, uma revisão integrativa da literatura com os objetivos de sintetizar o conhecimento acadêmico sobre o tema e incorporar a aplicabilidade de resultados de estudos significativos práticos na pesquisa da autora. A revisão integrativa resgata o conhecimento atual sobre uma temática específica. Nesta pesquisa foi seguido o modelo proposto por Souza *et al.* (2010). No Apêndice A está explicada a metodologia detalhada da revisão realizada. Toda a revisão buscou responder à pergunta norteadora: Qual o impacto da manufatura enxuta nas empresas assistidas pelo Programa B+P?

Na revisão integrativa foram encontrados 19 artigos centrais para aprofundamento (Tabela 1), e conforme indicado nessa tabela, Holmström (1994), Panwar *et al.* (2017), Panwar *et al.* (2018) e Dresch *et al.* (2019) foram os únicos autores que apresentaram estudo de manufatura enxuta de múltiplos casos, múltiplos setores e com impacto na produtividade das empresas, precisamente os de maior aproximação com a presente pesquisa. Outros nove estudos de setores individuais, ou de de setores não informados, também apresentaram resultados de impacto sobre a produtividade: Conceição *et al.* (2009), Dora *et al.* (2013), Matt e Rauch (2013), Dora *et al.* (2014), Melece e Krievina (2015), Verma e Sharma (2017), Ramakrishnan, Nallusamy, e Rajaram Narayanan (2018), Sahoo e Yadav (2018) e Singh *et al.* (2018).

Tabela 1 – Estudos obtidos pela revisão integrativa

| Referência | Estudo de múltiplas empresas ou empresas Individuais | Estudos de Múltiplos Setores ou Setores individuais | Impactos nas Empresas | Impacto de Produtividade |
|--------------------------------|--|---|-----------------------|--------------------------|
| HOLMSTRÖM (1994) | Múltiplos casos | Múltiplos Setores | Não consta. | SIM |
| HERRON e BRAIDEN (2006) | Múltiplos casos | Múltiplos Setores | SIM | Não consta. |
| CONCEIÇÃO <i>et al.</i> (2009) | Estudo individual | Setor individual | SIM | SIM |

| Referência | Estudo de múltiplas empresas ou empresas Individuais | Estudos de Múltiplos Setores ou Setores individuais | Impactos nas Empresas | Impacto de Produtividade |
|---|--|---|-----------------------|--------------------------|
| RAHMAN, LAOSIRIHONGTHONG e SOHAL (2010) | Múltiplos casos | Não consta. | SIM | Não consta. |
| DORA <i>et al.</i> (2013) | Múltiplos casos | Setor individual | Não consta. | SIM |
| MATT e RAUCH (2013) | Múltiplos casos | Setor individual | SIM | SIM |
| DORA <i>et al.</i> (2014) | Múltiplos casos | Setor individual | SIM | SIM |
| MELECE e KRIEVINA (2015) | Múltiplos casos | Setor individual | Não consta. | SIM |
| CHAPLIN, HEAP, O'ROURKE (2016) | Estudo individual | Setor individual | SIM | Não consta. |
| RAVIKUMAR <i>et al.</i> (2016) | Múltiplos casos | Não consta. | SIM | Não consta. |
| PANWAR <i>et al.</i> (2017) | Múltiplos casos | Múltiplos Setores | SIM | SIM |
| VERMA e SHARMA (2017) | Estudo individual | Setor individual | Não consta. | SIM |
| PANWAR <i>et al.</i> (2018) | Múltiplos casos | Múltiplos Setores | SIM | SIM |
| RAMAKRISHNAN, NALLUSAMY, e RAJARAM NARAYANAN (2018) | Múltiplos casos | Setor individual | SIM | SIM |
| SAHOO e YADAV (2018) | Múltiplos casos | Não consta. | SIM | SIM |
| SINGH <i>et al.</i> (2018) | Múltiplos casos | Não consta. | SIM | SIM |
| VAN LANDEGHEM, CLAEYS e VAN LANDEGHEM (2018) | Múltiplos casos | Múltiplos Setores | Não consta. | Não consta. |
| DRESCH <i>et al.</i> (2019) | Múltiplos casos | Múltiplos Setores | SIM | SIM |
| CASTRO e POSADA (2019) | Múltiplos casos | Setor individual | SIM | Não consta. |

Fonte: A autora (2020).

À continuação, o conjunto dos trabalhos compilados na revisão integrativa serão apreciados com mais profundidade, juntamente com outras referências bibliográficas, a partir do seu desmembramento em categorias conceituais de interesse para a presente pesquisa, quais sejam: (1) desperdícios combatidos pela manufatura enxuta; (2) natureza das ferramentas da manufatura enxuta; (3) manufatura enxuta nas

empresas; e (4) impactos na produtividade pelo uso das ferramentas da manufatura enxuta .

2.1 DESPERDÍCIOS COMBATIDOS PELA MANUFATURA ENXUTA

Segundo Taiichi Ohno (1997), a verdadeira melhoria na eficiência surge quando se produz com “zero desperdício”, elevando-se a porcentagem do trabalho útil a 100%. Segundo o Sistema Toyota de Produção, preconizado pelo citado autor, deve-se produzir apenas a quantidade efetivamente necessária, sendo o passo preliminar a identificação dos desperdícios, assim tipificados:

- i. Superprodução: produção excessiva, ocasionando excesso de informações ou de inventário.
- ii. Esperas: ociosidades de pessoas, equipamentos, peças ou informações, que resultam em *lead time*¹ longo;
- iii. Transporte: deslocamentos excessivos de pessoas, informações ou peças.
- iv. Processamento em si: processamentos impróprios ou realização de processos desnecessários.
- v. Estoque: armazenamento excessivo na entrada de quaisquer estágios de operação ou distribuição.
- vi. Movimentação: movimentos humanos desnecessários ou excesso de movimentos.
- vii. Produção de produtos defeituosos: produtos produzidos com falhas e com necessidade de reparos.

O Sistema Toyota de Produção, e finalmente a manufatura enxuta, nasceu na Toyota após Eiji Toyda e Taiichi Ohno analisarem o sistema de produção em massa e chegarem à conclusão que esse sistema produtivo não funcionaria vantajosamente no Japão (WOMACK e JONES, 2004). O Sistema Toyota de Produção é um método

¹ *Lead time* (L/T): tempo que a peça leva para se mover ao longo de todo um processo ou fluxo de valor, desde o começo até o fim.

idealizado para eliminar integralmente o desperdício e aumentar a produtividade. Pela tipificação acima, desperdício se refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor, em decorrência do uso inadequado de recursos, como, por exemplo, excesso de pessoas, de estoques e de equipamentos (OHNO, 1997).

A eliminação completa dos desperdícios pode aumentar a eficiência de operação por uma ampla margem, pois está especificamente direcionada para reduzir custos pela redução de recursos produtivos, da força de trabalho e de estoques, tornando possível a disponibilidade extra de instalações e equipamentos, possibilitando, assim, a ampliação de capacidade sem a obrigação de investimentos adicionais em ativos de produção (OHNO, 1997).

2.2 NATUREZA DAS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA

Shah e Ward (2003) definiram a manufatura enxuta como uma abordagem multifacetada que inclui uma ampla gama de sistemas e práticas de gerenciamento, como fornecimento *just-in-time*², sistemas de qualidade, equipes de trabalho, fabricação em células e gerenciamento de fornecedores. Segundo os autores, "o principal impulso da manufatura enxuta é que essas práticas podem funcionar sinergicamente para criar um sistema otimizado e de alta qualidade, que produz produtos acabados no ritmo da demanda dos clientes, com pouco ou nenhum desperdício". Segundo Dresch *et al.* (2019) as práticas de manufatura enxuta são projetadas para melhorar processos e operações, por meio de um esforço para diminuir perdas.

A sistematização de conceitos e ferramentas de manufatura enxuta adaptados ao contexto de micro e pequenas empresas contribui para contornar as restrições dessas empresas com investimentos de capital, promovendo aumentos de eficiência operacional, de produtividade global e, conseqüentemente, de maior competitividade. A possibilidade de as empresas obterem prescrições sobre como melhorar suas operações, em vez de obterem apenas descrições vagas ou evidências empíricas, tem

² *Just-in-time*: processo em fluxo, em que as partes corretas necessárias alcançam a linha de produção/montagem no momento em que são necessárias e na quantidade necessária (OHNO, 1997).

sido considerada por acadêmicos interessados em contribuir com conhecimentos relevantes para a sociedade (DRESCH *et al.*, 2019).

Sahoo e Yadav (2018) realizaram um estudo em empresas indianas e apontaram as 15 ferramentas de manufatura enxuta mais utilizadas nas pequenas e médias empresas daquele país, mesmo sem cultura de manufatura enxuta integralmente implementada nas mesmas. Dentre as 15 ferramentas mais aplicadas no referido levantamento estão presentes as 7 ferramentas investigadas no presente trabalho, sinalizando-se a ordem de frequência em que as mesmas foram empregadas nas empresas indianas: 5S (2°); troca rápida de ferramentas (TRF) (6°); trabalho padronizado (TP) (7°); fluxo contínuo (FC) (9°); produção puxada (PP) (11°); implementação da qualidade (12°); e mapa de fluxo de valor (MFV) (13°).

A Tabela 2 apresenta a correspondência entre as 7 ferramentas de interesse, mais utilizadas nas intervenções do Programa B+P, e os portes das empresas e a recorrência deles nos estudos compilados na revisão bibliográfica integrativa. Percebe-se que, quando a literatura revista assinala o emprego dessas ferramentas, sua maior incidência ocorre, em geral, em pequenas e médias empresas, indicando uma convergência entre os objetivos dos estudos revistos e o do presente trabalho.

Tabela 2 – Ferramentas e portes das empresas dos estudos da revisão bibliográfica

| Referência | Ferramentas de manufatura enxuta utilizadas no estudo | | | | | | | Porte das empresas da revisão | | | |
|---|---|-----|-----|-----|----|-----|----|-------------------------------|----------|--------|---------|
| | MFV | TRF | FC | 5S | PP | TP | QF | Micro | Pequenas | Médias | Grandes |
| HOLMSTRÖM (1994) | | | | | | | | | | | |
| HERRON e BRAIDEN (2006) | | | | | | | | SIM | SIM | SIM | SIM |
| CONCEIÇÃO <i>et al.</i> (2009) | | SIM | | SIM | | SIM | | | | | |
| RAHMAN, LAOSIRIHONGTHONG e SOHAL (2010) | | SIM | SIM | | | | | | SIM | SIM | SIM |
| MATT e RAUCH (2013) | | | | SIM | | SIM | | | SIM | | |
| DORA <i>et al.</i> (2013) | | | | | | | | | SIM | SIM | |
| DORA <i>et al.</i> (2014) | | | | | | | | | SIM | SIM | |
| MELECE e KRIEVINA (2015) | | | | | | | | | | | |
| CHAPLIN, HEAP, O'ROURKE (2016) | | | | | | | | | | | |
| RAVIKUMAR <i>et al.</i> (2016) | | | | | | | | SIM | SIM | SIM | |
| PANWAR <i>et al.</i> (2017) | | | | SIM | | SIM | | | | | |

| Referência | Ferramentas de manufatura enxuta utilizadas no estudo | | | | | | | Porte das empresas da revisão | | | |
|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|----------|--------|---------|
| | MFV | TRF | FC | 5S | PP | TP | QF | Micro | Pequenas | Médias | Grandes |
| VERMA e SHARMA (2017) | SIM | | | | SIM | | | | | | |
| SAHOO e YADAV (2018) | | SIM | | | | | | | SIM | SIM | |
| RAMAKRISHNAN, NALLUSAMY, e RAJARAM NARAYANAN (2018) | | SIM | | SIM | | SIM | SIM | Não consta. | | | |
| PANWAR et al. (2018) | | | | SIM | SIM | SIM | | | SIM | SIM | SIM |
| SINGH et al. (2018) | SIM | | | | | | | | SIM | | |
| VAN LANDEGHEM, CLAEYS e VAN LANDEGHEM (2018) | | | SIM | SIM | | SIM | | | SIM | SIM | |
| DRESCH et al. (2019) | | SIM | | | | | | SIM | SIM | | |
| CASTRO e POSADA (2019) | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | | | | SIM | SIM | |

Fonte: A autora (2020).

Faz-se, aqui, uma breve descrição das 7 ferramentas investigadas neste trabalho:

a) Limpeza e Organização (5S)

Os programas de limpeza e organização 5Ss tiveram sua origem no Japão e têm como objetivo melhorar as condições de trabalho com a busca da organização nos ambientes. Funcionam como base para adoção de práticas enxutas. Segundo Dresch *et al* (2019), o método 5S enfatiza a eliminação de resíduos e oferece produtos com qualidade e maior eficiência. O 5S é claramente a categoria mais popular, pois é aquela com a qual a maioria das empresas começa a implementação de manufatura enxuta (VAN LANDEGHEM, CLAEYS e VAN LANDEGHEM, 2018).

O 5S é um programa de limpeza e organização do ambiente recomendado como base para a subsequente implantação do fornecimento *just in time*. Cada “S” corresponde às iniciais das palavras japonesas para os cinco passos básicos da implantação: *seiri, seiton, seiso, seiketsu e shitsuke*. Os quatro primeiros passos trazem conceitos e recomendações para ações visando a organização e limpeza do ambiente, o quinto passo traz recomendações para que o novo nível de limpeza e organização seja mantido no tempo (CORRÊA e CORRÊA, 2007).

Abaixo descrevem-se os passos recomendados para a implantação do programa:

1° S - *Seiri* - Organização: manter na área de trabalho somente o que é necessário.

2° S - *Seiton* - Ordem: um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar.

3° S - *Seiso* - Limpeza: é mais fácil manter limpo do que limpar.

4° S - *Seiketsu* - Padronização: organização, ordem e limpeza devem ser hábitos diários.

5° S - *Shitsuke* – Disciplina: os procedimentos devem ser mantidos e seguidos.

b) Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

O tempo decorrido na troca do processo de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote é definido como tempo de *setup*³. Os tempos de setup podem ser reduzidos por meio de uma variedade de métodos de trocas rápidas de ferramentas, como, por exemplo, a eliminação do tempo necessário para a busca de ferramentas para troca de moldes (Slack *et al.*, 2009). A TRF é uma técnica de manufatura enxuta que busca a redução do tempo de *setup* de máquinas. Esta ferramenta foi desenvolvida dentro do Sistema Toyota de Produção com a colaboração do consultor externo Shigeo Shingo (WOMACK; JONES, 1998 *apud* SUGAI; MCINTOSH; NOVASKI, 2007).

A TRF pode ser descrita como uma metodologia para redução dos tempos de preparação de equipamentos, possibilitando a produção econômica em pequenos lotes, pois quanto menores os lotes de produção, maior o número de *setups* do equipamento e, conseqüentemente, mais prolongado será o tempo gasto com ajustes que não agregam valor ao processo produtivo.

A manufatura enxuta nas pequenas e médias empresas (PMEs) depende de pequenos lotes, que, por sua vez, dependem de trocas rápidas de ferramentas e de redução do tempo de *setup* de equipamentos. Se as configurações ou trocas forem longas, será inviável executar sucessivas quantidades pequenas de diferentes peças com estoque baixo, sendo, portanto, necessários grandes estoques em processo para

³ *Setup*: configuração da máquina ou do processo produtivo necessária à troca de lotes de produção.

alimentar a produção durante as trocas. Também é evidente que o objetivo de reduzir o tempo de configuração (ajuste do equipamento) não é aumentar a capacidade de produção, mas permitir trocas mais frequentes para aumentar a flexibilidade da produção. Essas iniciativas estratégicas são perfeitamente adequadas para as PMEs, que lhes permitem produzir produtos diversificados com preços razoáveis e de alta qualidade, e que podem ser entregues rapidamente aos clientes (SAHOO e YADAV, 2018).

c) Mapa de Fluxo de Valor (MFV)

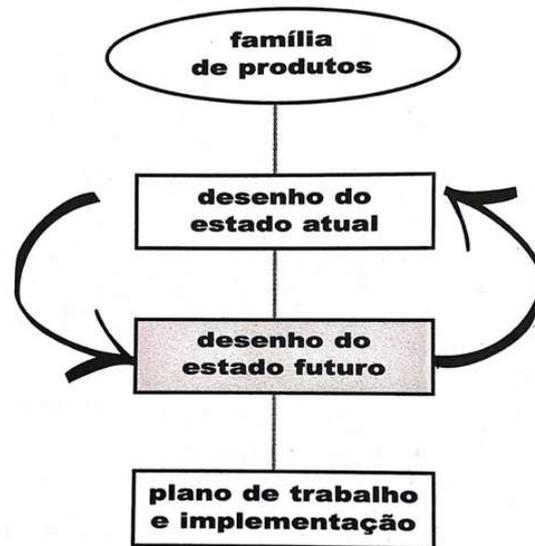
Em 1999 foi lançada a versão em português do livro “Aprendendo a Enxergar”, de Mike Rother e John Shook, sendo um dos seus propósitos mais importantes fornecer aos praticantes de manufatura enxuta uma perspectiva além das melhorias de processos individuais, pois muitas empresas no Brasil não focalizavam as melhorias de processo de forma sistêmica (FERRO, 2003).

Um fluxo de valor é o conjunto de todas as ações (agregando valor ou não) necessárias para trazer um produto ao longo de todos os seus processos essenciais. O fluxo de valor é constituído por: (1) fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento; e (2) fluxo de produção, desde a matéria-prima até o consumidor. O Mapa de Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta que ajuda a enxergar e entender o fluxo de materiais e de informações, na medida em que o produto segue o fluxo de valor. O MFV é considerado uma ferramenta essencial por inúmeros motivos: i. ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais; ii. Ajuda a identificar mais do que os desperdícios; iii. Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura; iv. Torna as decisões sobre fluxo visíveis; v. Combina conceitos e técnicas enxutas; vi. Forma a base de um plano de implementação de melhorias; vii. Mostra a relação entre o fluxo de informação e o de materiais (ROTHER e SHOOK, 2003).

Ainda segundo Rother e Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor é essencialmente uma linguagem, utilizada para melhorar os processos internos (mapeamento da porta do almoxarifado até a porta de expedição de produtos acabados – “porta-a-porta”) e inicialmente segue as etapas na Figura 2. Um exemplo de MFV é apresentado na Figura 3 (estado atual). Após elaborado, são estudadas as ações

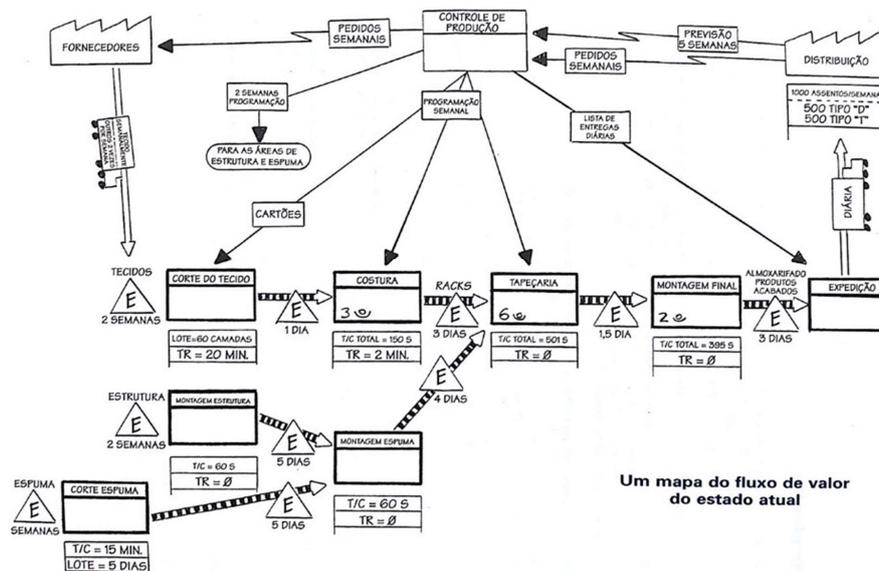
necessárias para a execução de um plano de melhorias do fluxo de produtos e de informações (estado futuro).

Figura 2 – Etapas iniciais do MFV



Fonte: Rother e Shook (2003).

Figura 3 - Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor



Um mapa do fluxo de valor do estado atual

Fonte: Rother e Shook (2003).

O MFV é uma ferramenta para visualizar os processos de materiais e de informações em uma fábrica, com o objetivo de eliminar desperdícios, ajudar a entender

a situação atual e a identificar oportunidades de melhorias. Verma e Sharma (2017) apontaram que um objetivo importante dessa ferramenta é a identificação de atividades que não fornecem valor e que possam ser reduzidas e/ou eliminadas. Reduções significativas no consumo de tempo podem ser alcançadas reduzindo o tempo de espera de um trabalho durante o processo de produção. O ponto mais importante é que, nesse processo de aprimoramento, não são compradas novas máquinas, nem se espera que os operadores trabalhem mais rápido ou mais intensamente; apenas procedimentos e *layouts* são alterados, para permitir que o produto flua mais suavemente e com maior taxa de agregação de valor durante o processo de fabricação.

Singh *et al.* (2018) apontam que adotar uma perspectiva de fluxo de valor significa trabalhar no cenário geral, não apenas nos processos individuais, e melhorar o todo, não apenas otimizar as partes. Entretanto, no estudo realizado por Sahoo e Yadav (2018), aponta-se que o MFV é uma das ferramentas menos praticadas pelas PMEs sem experiência na manufatura enxuta.

d) Produção Puxada (PP)

O termo “sistema puxado” é utilizado de forma frequente e intercambiável com “fluxo puxado”, o qual define que o material é “puxado” à medida que ele passa de um estágio a outro do processo. O sistema puxado indica que, quando o material é movimentado, é o cliente do estágio subsequente quem determina esse movimento. Um “sistema puxado” é uma agregação de diversos elementos que sustentam o processo de puxar: o *kanban*⁴, o controle visual e o trabalho padronizado (LIKER; MEIER, 2007).

O sistema que sinaliza o momento de “puxar” a produção a partir da demanda de cada estágio, produzindo em cada estágio somente os itens necessários, nas quantidades e no momento necessários, ficou conhecido como sistema *kanban*, que é o nome dado aos cartões utilizados para autorizar a produção e a movimentação de itens, ao longo do processo produtivo (CORRÊA e CORRÊA, 2007).

⁴ *Kanban*: ferramenta específica para controlar as informações e regular a movimentação de materiais entre os processos de produção (SMALLEY, 2016)

Em um sistema com produção puxada, os passos subsequentes e as especificações do que deverá ser feito são estabelecidos pela estação de trabalho do “consumidor”, que “puxa” o trabalho da estação do “fornecedor”. Os sistemas puxados apoiam na tratativa de reduzir o desperdício com estoque excessivo e sem controle (SLACK *et al.*, 2009)

Na produção puxada, com a eliminação ou a redução dos estoques entre as etapas produtivas, são obtidos produtos com qualidade superior e *lead times* (tempos de espera) mais curtos do que num sistema empurrado. São três as possibilidades de produção puxada: sistema puxado com supermercado, sequencial ou misto. O sistema puxado com supermercado é a forma mais comum de produção puxada, cada produto tendo uma “loja” ou um “supermercado” com quantidade controlada. A produção apenas repõe o que for retirado do “supermercado”. O sistema puxado sequencial é empregado quando há uma variedade muito grande de produtos, e se aproxima da produção sob encomenda. O sistema puxado misto é a forma mais complexa que em certa situação pode trazer benefícios pertinentes a cada sistema em uma mesma linha de produção (KOSAKA, 2009a).

e) Trabalho Padronizado (TP)

A ferramenta de padronizar o trabalho é utilizada para indicar os procedimentos para execução das tarefas de um processo, de modo que os resultados desejados possam ser alcançados e mantidos. Inclui tanto o estabelecimento quanto a utilização de métodos definidos (treinamento e verificação contínua). A variabilidade dos processos produtivos pode ser evitada se as tarefas forem executadas da mesma forma. No contexto da manufatura enxuta, a criação de procedimentos padronizados para o trabalho dos operadores de um processo produtivo é baseada no tempo *takt*⁵, na sequência das tarefas executadas por um operador dentro do tempo *takt* e no estoque padrão para a operação do processo (WERKEMA, 2011).

A sustentação da estabilidade no sistema produtivo é realizada a partir do trabalho padronizado nos moldes do Sistema Toyota de Produção. A estabilidade do

⁵ Tempo *Takt*: o tempo *takt* é a frequência com que se deve produzir uma peça ou produto, com base nas vendas, para atendimento da demanda dos clientes (ROTHER e SHOOK, 2003)

sistema tem um impacto significativo na segurança do trabalho, na qualidade da execução das tarefas e se reflete, conseqüentemente, na qualidade do produto e na produtividade (KOSAKA, 2009).

A documentação da situação no processo produtivo, após observar e identificar os desperdícios, é realizada utilizando-se a ferramenta do trabalho padronizado. O trabalho padronizado é considerado, principalmente, um conjunto de instruções para o operador, sendo um dos usos mais comuns para a análise e compreensão das perdas na operação. Há 3 elementos críticos na análise do trabalho e na identificação de perdas durante a fase de estabilidade: (1) identificação das etapas básicas do trabalho; (2) registro do tempo de cada etapa e (3) desenho da área de trabalho e do fluxo do operador dentro da área (LIKER e MEIER, 2007).

f) Fluxo Contínuo (FC)

O processo em fluxo contínuo é um conceito que, em seu estado ideal, significa que os itens são processados e movidos diretamente de um processo para o próximo, uma peça de cada vez. Cada passo do processo opera somente na peça que é necessária ao próximo passo pouco antes que esse passo precise dela, e o tamanho do lote de transferência é de uma unidade de produto. O fluxo contínuo também é chamado de “fluxo de uma peça”, “fluxo de uma única peça”, “faça uma, mova uma” (ROTHER e HARRIS, 2002).

Uma célula é um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos com os passos do processo colocados bem próximos uns dos outros, em ordem sequencial, pelo qual as peças são processadas em fluxo contínuo (ROTHER e HARRIS, 2002).

A manufatura enxuta esforça-se para atingir o fluxo contínuo em grande medida porque é a maneira mais eficiente de transformar materiais em produtos: uso mínimo de recursos, *lead time* curto que permite rápida resposta ao cliente, problemas como defeitos rapidamente tornam-se aparentes em vez de permanecerem escondidos e encoraja a comunicação entre as operações (ROTHER e HARRIS, 2002).

O objetivo final da manufatura enxuta é o fluxo contínuo, ou seja, um processo que elimina as paradas e os reinícios de produção, que são típicos de sistemas convencionais. Isso diminui o *lead time* reduzindo significativamente o tempo de não-

processamento, elimina o estoque em processo, e ajuda na manutenção da qualidade, detectando-se imediatamente a não conformidade (KOSAKA, 2009b).

g) Qualidade na Fonte (QF)

A qualidade é um dos atributos do valor, do ponto de vista do cliente, e que norteia toda a filosofia da mentalidade enxuta. Fazer e garantir a qualidade dentro do processo, isto é, na fonte e não passar para o processo seguinte peças com defeito ou fora de especificação. Para que uma empresa alcance o patamar de classe mundial é necessário que essa busca pela qualidade seja incessante (KOSAKA, 2009c).

Qualidade na fonte é uma ferramenta de manufatura enxuta que tem como objetivo antecipar os defeitos potenciais, buscando a sua causa raiz e eliminando-os previamente, a fim de evitar que cheguem às mãos dos clientes internos ou externos (KOSAKA, 2009c).

É parte da filosofia da manufatura enxuta não ir adiante quando existe um problema no processo produtivo; solucionar depois não é parte da filosofia. A produtividade pode diminuir no início, ao parar e resolver um problema que afete a qualidade do produto, mas, a longo prazo, aumentará à medida que os problemas forem encontrados e as contramedidas forem adotadas. Uma medida frequentemente utilizada em empresas com a manufatura enxuta implementada é o *andon*, que é uma sinalização visual de que um problema está ocorrendo no processo produtivo que precisa de assistência (LIKER e MEIER, 2007).

2.3 MANUFATURA ENXUTA NAS EMPRESAS PEQUENAS E MÉDIAS

No setor industrial, para elevar os níveis de produtividade, reduzir custos e melhorar a qualidade, a manufatura enxuta tem sido empregada, com foco na agregação de valor e eliminação de desperdícios. Como já foi comentado, desperdícios são definidos como quaisquer atividades que geram custos e não agregam valor e, portanto, devem ser eliminados do sistema produtivo (ANTUNES *et al.*, 2008 *apud* DRESCH *et al.*, 2019).

Para prosperar no ambiente econômico atual, qualquer empresa de manufatura deve se dedicar a melhorias contínuas e a formas mais eficientes de obter produtos ou serviços que atendam consistentemente às necessidades do cliente. As práticas de implementação de manufatura enxuta podem ser categorizadas como um roteiro, estrutura conceitual / implementação, iniciativas de lista de verificação descritiva e de avaliação pelas empresas de manufatura para buscar a excelência operacional e obter uma vantagem competitiva sobre seus concorrentes (SAHOO e YADAV, 2018).

Inspiradas nos resultados positivos dos adotantes do modelo *Toyota*, muitas empresas de diferentes setores da indústria, tamanhos e regiões geográficas tentaram aplicar os princípios de manufatura enxuta para melhorar a eficiência de processos e a produtividade global. No entanto, estudos acadêmicos mostram resultados diferenciados da implementação da manufatura enxuta em diferentes setores e organizações (ABDULMALEK & RAJGOPAL, 2007 e MELTON, 2005 *apud* DORA *et al.*, 2013).

As PMEs podem encontrar dificuldades na utilização da manufatura enxuta. Evidências coletadas de diferentes países sugerem que as grandes empresas tendem a implementar as práticas enxutas com mais frequência do que as pequenas e médias empresas, comparativamente, o que é uma desvantagem para as PMEs. Essa desvantagem está relacionada à escassez de recursos típica de empresas menores, baixa escolaridade dos seus trabalhadores e falta de conhecimento sobre ferramentas da manufatura enxuta. De fato, o conhecimento sobre as ferramentas é fundamental para o seu sucesso nas PMEs (DRESCH *et al.*, 2019).

Sahoo e Yadav (2018) apontaram que algumas empresas de manufatura aplicam mal as ferramentas e a principal razão para esse cenário está em seus problemas internos, como a falta de conhecimento e compreensão das ferramentas, culturas não favoráveis, lacunas de habilidades e assim por diante, levando ao “uso da ferramenta errada” para resolver um problema. Parece haver pouca evidência empírica em publicações sobre a implementação de práticas enxutas e os fatores que influenciam seus resultados nas PMEs.

De fato, quando comparadas às grandes empresas, as PMEs têm características distintas e critérios específicos de sucesso relacionados à implementação enxuta, que diferem das grandes configurações de fabricação (ACHANGA *et al.*, 2006 *apud* SAHOO e YADAV, 2018). Muitas PMEs nos países desenvolvidos e em desenvolvimento mostraram relutância em adotar ferramentas de manufatura enxuta por várias razões (HUSBAND e MANDAL, 1999 *apud* SAHOO e YADAV, 2018). Além disso, as PMEs que adotaram a manufatura enxuta desistiram de continuar implementando em um estágio ainda inicial, pois essas empresas são incapazes de identificar e determinar os indicadores de sucesso da implementação da ferramenta adotada (WAHAB *et al.*, 2013 *apud* SAHOO e YADAV, 2018).

Nos últimos anos, periódicos acadêmicos publicaram vários artigos que se concentram no conteúdo da manufatura enxuta em grandes organizações ou compreendem estudos de casos individuais de empresas. Diversas implementações de manufatura enxuta foram desenvolvidas (ÅHLSTRÖM, 1998; HOBBS, 2004, 2011; MOSTAFA *et al.*, 2013 *apud* SAHOO e YADAV, 2018), mas esses métodos de implementação são desenvolvidos para empresas de produção em massa (DEFLOIRIN e SCHERRER-RATHJE, 2012; MOEUF *et al.*, 2016 e WHITE *et al.*, 1999 *apud* SAHOO e YADAV, 2018),

Como nota à parte, acrescenta-se que o exercício das consultorias do Programa B+P revela que muitas PMEs ainda não têm convicção suficiente das vantagens das práticas de manufatura enxuta e relutam em aplicá-las para melhorar suas competências de fabricação. Essas empresas exigem que os custos de implementação e os benefícios subsequentes da adoção da manufatura enxuta sejam projetados antecipadamente, para que elas possam se comprometer. Embora a manufatura enxuta esteja se tornando uma prática popular para a melhoria da produtividade, é natural que as PMEs ainda não tenham certeza do custo de sua implementação e dos prováveis benefícios tangíveis e intangíveis que podem alcançar. A maioria dessas empresas teme que a implementação seja cara e consuma tempo. Nas PMEs, os benefícios percebidos da manufatura enxuta ainda são relativamente baixos e a gerência geralmente reluta em investir em consultores, devido aos altos custos de consultoria (ACHANGA *et al.*, 2006 *apud* SAHOO e YADAV, 2018).

Por outro lado, segundo Sahoo e Yadav (2018), na fase inicial de adoção de ferramentas de manufatura enxuta, a maioria das PMEs concentra-se em melhorar os processos de fabricação e, principalmente, adotar práticas relacionadas à manutenção de equipamentos. As práticas de manutenção enxuta reduzem custos e melhoram a produção, minimizando o tempo de inatividade. A pesquisa realizada por Sahoo e Yadav apontou diferenças significativas entre PMEs manufatureiras que utilizavam ferramentas de manufatura enxuta em comparação com PMEs que não as utilizavam, indicando, assim, que a implementação de práticas de manufatura enxuta em um período de tempo razoável pode ser fundamental para promover a eficiência e eficácia.

Mesmo assim, a revisão bibliográfica revela, entretanto, alguns argumentos de que as PMEs que adotam manufatura enxuta podem se beneficiar, melhorando a competitividade por meio de inovação produção mais rápidas, aumentando a flexibilidade e reduzindo custos (MATT e RAUCH, 2013). Esses argumentos têm como premissa que as pequenas empresas têm a vantagem de serem mais flexíveis que as grandes. Assim, uma vez que elas decidem introduzir as ferramentas de manufatura enxuta, seus gerentes costumam promover mudanças mais rapidamente do que geralmente é possível em empresas maiores, visto que aquelas têm menos burocracia, possuem linhas de comunicação mais curtas e são menos vinculadas à tradição. A natureza informal das pequenas empresas e a liderança de proprietários / gerentes também podem facilitar a implementação de programas de manufatura enxuta (MATT e RAUCH, 2013).

A implementação da manufatura enxuta depende de fatores organizacionais, como o tamanho da organização, o tipo de fornecedores e clientes, o grau de automação, o tipo de produtos e os requisitos de garantia de qualidade (POOL, WIJNGAARD e VAN DER ZEE, 2011; SHAH & WARD, 2003; SIM & ROGERS, 2008 *apud* DORA *et al.*, 2013), sendo o tamanho da empresa um fator influente na implementação enxuta (SHAH e WARD, 2003).

Da mesma forma, as diferenças entre PMEs e grandes fabricantes em relação à estrutura, procedimentos de formulação de políticas, utilização de recursos, padrões de equipe, cultura e mercado também afetam o resultado da

implementação enxuta (ANTONY, KUMAR & MADU, 2005; A. THOMAS & BARTON , 2006; WELSH & WHITE, 1981 *apud* DORA *et al.*, 2013).

Os resultados do trabalho de Dora *et al.* (2013) indicam que a maioria das PMEs que implementaram práticas de fabricação enxuta teve um bom desempenho em melhorar a produtividade e a qualidade em comparação com outros indicadores de desempenho. O estudo constatou que a maioria das PMEs de processamento de alimentos da amostra está implementando práticas de fabricação enxuta, implícita ou explicitamente.

Em contrapartida, alguns estudos mostram que uma adoção direta da manufatura enxuta nas indústrias de processamento de alimentos pode não trazer os ganhos de eficiência desejados (COX e CHICKSAND, 2005 *apud* DORA *et al.*, 2014). Os resultados aparentemente ineficazes da manufatura enxuta na indústria de processamento de alimentos foram codificados por outros estudos que propositadamente optaram por ignorar as empresas de alimentos em sua amostra de estudo (SANCHEZ e PEREZ, 2001 *apud* DORA *et al.*, 2014).

Tudo indica que, com pequenos ajustes, a manufatura enxuta pode trazer benefícios consideráveis para a indústria de processamento de alimentos, como taxas de transferência mais rápidas, estoques reduzidos e aumento de lucros.

De todo modo, os desafios das implementações de manufatura enxuta se multiplicam quando se trata de PMEs com restrição de recursos (ACHANGA *et al.*, 2006; SANCHEZ e PEREZ, 2001 *apud* DORA *et al.*, 2014) devido às diferenças entre PMEs e grandes fabricantes com relação à estrutura, procedimentos de elaboração de políticas, utilização de recursos, padrões de pessoal, cultura e mercado (WELSH e WHITE, 1981 *apud* DORA *et al.*, 2014).

O estudo de Dora *et al* (2014) está alinhado com a literatura de que o tamanho da empresa é importante em relação à implementação da prática de manufatura enxuta.

Em uma pesquisa realizada pela CNI (2019), as principais dificuldades levantadas pelas empresas brasileiras na implantação de técnicas de manufatura enxuta eram a falta de conhecimento das técnicas e o alto custo de implementação. Ainda nessa pesquisa foram levantadas as técnicas de manufatura enxuta mais utilizadas nas

empresas respondentes, quais sejam, o trabalho padronizado, com 81% de utilização; 5S, com 74%; gestão visual, com 60%; e mapa de fluxo de valor, com 57% de utilização.

2.4 IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE PELO USO DAS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA

Como o foco do Programa B+P estava na melhoria da produtividade das empresas submetidas às suas intervenções, esta última seção do capítulo de revisão bibliográfica está voltada para a discussão de registros encontrados na literatura sobre os impactos na produtividade pelo uso de ferramentas da manufatura enxuta.

Holmström (1994) apontou que operações rápidas e alta produtividade se correlacionam em termos absolutos, ou seja, diferenças na velocidade das operações podem ser tomadas como um fator explicativo das diferenças de produtividade entre as indústrias de comunicação em diferentes países. Panwar *et al.* (2017) realizaram estudo com o objetivo de investigar o impacto das práticas enxutas na melhoria de desempenho das indústrias de processo na Índia. Foram propostos dois conjuntos de hipóteses para examinar se há algum impacto estatisticamente significativo das práticas de manufatura enxutas em determinadas métricas de desempenho específicas. Um primeiro conjunto classificando empresas adotantes de técnicas de manufatura enxuta e empresas não adotantes; e o segundo conjunto analisando a diferença de desempenho nas duas classes de empresas. Segundo Panwar *et al.* (2017), as iniciativas de manufatura enxuta ajudaram a alcançar um aumento de produtividade refletido em 1,5% no exercício financeiro de 2012-2013 após a implementação formal das práticas. No caso, TPM, 5S, procedimentos padrões, controle visual e *kaizen* foram algumas das iniciativas de manufatura enxuta estudadas.

Panwar *et al.* (2018), fizeram um outro estudo de múltiplos casos em 121 empresas, com o objetivo de quantificar o efeito das práticas enxutas nas métricas de melhoria de desempenho selecionadas nas indústrias de processo indianas. Uma análise estatística multivariada foi usada para examinar as relações causais entre a melhoria do desempenho e a adoção de práticas de manufatura enxuta. Nesse estudo foi apontado

que a adoção de práticas enxutas podem ajudar as indústrias de processo indianas com eliminação de resíduos, redução de defeitos, entregas pontuais, aumento de produtividade, redução de custos e gerenciamento de demanda.

Os citados autores constataram que a implementação bem-sucedida do TPM e 5S reduz consideravelmente as quebras e a indisponibilidade de equipamentos e ajuda na redução de interrupções do processo que podem levar a altos custos de manutenção, empilhamento de materiais em diferentes estágios e atraso na entrega dos produtos. Entre as práticas de manufatura enxuta estudadas por Panwar *et al.* (2018), pode-se citar 5S, trabalho padronizado, produção puxada e nivelamento de produção.

Dresch *et al.* (2019), por sua vez, apresentaram um método para auxiliar micro e pequenas empresas do setor industrial na adoção de práticas de manufatura enxuta, e contribuíram com os resultados em duas empresas no Brasil. Foi apresentada uma abordagem heurística que pode ser aplicada em uma operação usando a eficácia geral do equipamento (OEE) como indicador norteador. O estudo apresentou incrementos de 10,6% e 65%, respectivamente, na eficiência global das referidas empresas.

Dentre os estudos em setores individuais, relativos ao uso de ferramentas de manufatura enxuta com impacto na produtividade, Conceição *et al.* (2009) apresentou o desenvolvimento de uma metodologia de redução do tempo de preparação de máquina (tempo de *setup*) para ambientes voláteis de manufatura. Realizar intervenção com TRF (troca rápida de ferramenta), com um curto *setup*, possibilitou um processo produtivo mais estável, aumento de produtividade e redução de custos, elementos fundamentais para uma empresa de manufatura ser competitiva em ambientes de produção complexos e dinâmicos. Além disso, permite a produção de um grande *mix* de produtos, com a redução dos tamanhos dos lotes de produção e maior agilidade para responder às variações da demanda, com a redução dos *lead times*.

Dora *et al.* (2013) realizaram estudo de múltiplos casos, em apenas um setor industrial, o de alimentos, em três países europeus, e analisaram a aplicação da manufatura enxuta, seu impacto no desempenho operacional e os fatores críticos de sucesso nas pequenas e médias empresas. Nesse estudo, os respondentes indicaram melhora no desempenho operacional, especialmente na produtividade geral decorrente da aplicação da manufatura enxuta. Também foi constatado que o foco das pequenas e

médias empresas de alimentos está nas questões de segurança e qualidade dos alimentos, e não no processo ou na melhoria da qualidade.

Uma pesquisa na Itália, em pequenas empresas, foi desenvolvida por Matt e Rauch (2013), em um setor de serviços, sobre a utilidade dos métodos de manufatura enxuta existentes, a qual demonstrou que a produtividade foi incrementada em 25% em uma das empresas. O incremento de produtividade foi alcançado com a utilização de ferramentas como reorganização de layout, 5S e trabalho padronizado.

Em 2014, Dora *et al.* apresentaram outro trabalho de aplicações de práticas de manufatura enxuta, em múltiplas empresas européias de pequeno e médio porte do setor de alimentos, com o objetivo de compreender o grau de uso das práticas, os benefícios percebidos e as possíveis barreiras. O estudo mostrou outros resultados além do incremento de produtividade: apresentou redução de custos de produção, aumento de lucratividade e redução de reclamações de clientes. Um análise estatística realizada mostrou ainda que existe diferença significativa no uso de práticas de manufatura enxuta entre pequenas, médias e microempresas. Também foi verificado no estudo que há diferença no envolvimento de funcionários, de acordo com o porte da empresa, sendo que os funcionários de microempresas são mais envolvidos do que os dos outros portes analisados. Ainda no setor de alimentos, na Letônia, foi realizada uma pesquisa documental por Melece e Krievina (2015), de múltiplos casos, que tinha como um dos objetivos descobrir as ferramentas inovadoras com melhor custo-benefício para aumentar a produtividade de empresas no setor. Nessa pesquisa foi constatado que práticas de manufatura enxuta aprimoram entre 5% a 17% a eficiência operacional.

Verma e Sharma (2017) realizaram um estudo isolado na Índia, no setor de metalmeccânica, com a utilização de algumas ferramentas de manufatura enxuta, como o mapa de fluxo de valor, sistema puxado e *kanban*, em que puderam verificar 54% de melhoria do *lead time* em uma pequena empresa que tinha seu sistema empurrado. Nesse estudo de Verma e Sharma, o mapa de fluxo de valor apresentou-se como uma ferramenta eficaz para eliminar desperdícios na linha de produção, e com alterações de *layout*, e sem a necessidade de aquisição de novos equipamentos, o tempo de fabricação interno foi reduzido, aumentando a produtividade da empresa.

Em 2018, na Índia, foi realizado um estudo de múltiplos casos, em apenas um setor industrial, por Ramakrishnan, Nallusamy, e Rajaram Narayanan (2018), com o objetivo de capturar os benefícios acumulados em pequenas e médias empresas na implementação de ferramentas de manufatura enxuta. Foram estudadas ferramentas como 5S, trabalho padronizado, gestão à vista, qualidade na fonte, troca rápida de ferramentas e balanceamento de linha. Ainda segundo o estudo de Ramakrishnan, Nallusamy, e Rajaram Narayanan (2018), ao implementar as diferentes ferramentas de manufatura enxuta nos projetos e sistemas das unidades produtivas, a produtividade das mesmas aumentou em termos de redução de rejeições internas, melhoria da eficácia geral do equipamento (OEE), melhoria 5S e implementação de mais *kaizen*⁶. Essas reduções e melhorias diminuíram as necessidades de mudanças ao longo do tempo, otimizando o inventário e melhorando a produtividade fabril. Mais do que a economia direta, a melhoria na produtividade e competitividade das unidades deu às mesmas unidades uma vantagem sobre seus concorrentes. Isso lhes trouxe mais empregos, pois estão em melhor posição para oferecer preços competitivos e maior qualidade. No caso, a produtividade global foi incrementada, em média, 27% nas empresas do estudo.

Sahoo e Yadav (2018), estudaram 121 empresas de pequeno e médio porte, com o objetivo de examinar até que ponto as práticas de gerenciamento enxuto são adotadas por organizações de manufatura na Índia, e seu impacto no desempenho operacional das empresas. Foram analisadas ferramentas como fluxo contínuo, troca rápida de ferramentas e 5S. A ferramenta 5S foi considerada a mais praticada, e sinalizou-se que recursos limitados dificultam a aplicação de outras ferramentas e técnicas ao mesmo tempo. Também foi constatado que práticas enxutas são significativas no aprimoramento da performance industrial.

Singh *et al.* (2018), também realizaram um estudo de múltiplos casos na Índia em pequenas e médias empresas, com a aplicação e utilização do mapa de fluxo de valor

⁶ *Kaizen*: processo de sustentação das melhorias realizadas e melhoria contínua na manufatura enxuta.

e a proposição de estado futuro. No estudo foram projetados aumentos da produtividade das empresas entre 35% e 42%.

A Tabela 3 apresenta uma síntese dos casos aqui discutidos, relativos aos impactos em produtividade decorrentes da aplicação de ferramentas da manufatura enxuta, encontrados nos estudos registrados em artigos da revisão integrativa.

Tabela 3 – Tabela resumo das ferramentas e impacto na produtividade encontrados na revisão integrativa

| Referência | Ferramentas de manufatura enxuta utilizadas no estudo | Impacto da Produtividade - Qualitativo ou Quantitativo |
|---|--|--|
| HOLMSTRÖM (1994) | Não consta. | Qualitativo |
| HERRON e BRAIDEN (2006) | Não consta. | Não consta. |
| CONCEIÇÃO et al. (2009) | Troca rápida de ferramentas, 5S e trabalho padronizado | Redução de 44% no tempo de troca |
| RAHMAN, LAOSIRIHONGTHONG e SOHAL (2010) | <u>Just in time</u> : redução de estoque, manutenção preventiva, redução do tempo de ciclo, uso de nova tecnologia de processo, uso de técnicas de troca rápida e redução do tempo de configuração. <u>Minimização de resíduos</u> : eliminação de resíduos, uso de técnicas de prevenção de erros, uso de sistemas de produção baseados em tração e remoção de gargalos. <u>Gerenciamento de fluxo</u> : redução do tamanho do lote de produção, foco em fornecedores únicos e fluxo contínuo / uma peça. | Não consta. |
| MATT e RAUCH (2013) | 5S, <i>layout</i> celular, trabalho padronizado | 25% de produtividade |
| DORA et al. (2013) | Não consta. | Qualitativo |
| DORA et al. (2014) | Não consta. | Qualitativo |
| MELECE e KRIEVINA (2015) | Não consta. | Eficiência nas empresas de alimentos foi aprimorada de 5% para 17% |
| CHAPLIN, HEAP, O'ROURKE (2016) | Não consta. | Não consta. |
| RAVIKUMAR et al. (2016) | Não consta. | Não consta. |
| PANWAR et al. (2017) | Controle estatístico de processo, 5S, controle visual, integração de fornecedores, procedimentos padrão, TPM e práticas de gerenciamento da qualidade. | Aumento de produtividade em 1,5% no exercício |
| VERMA e SHARMA (2017) | MFV, sistema puxado, <i>kanban</i> . | Redução de 54% no <i>lead time</i> . |
| SAHOO e YADAV (2018) | Troca rápida de ferramentas | Qualitativo |

| Referência | Ferramentas de manufatura enxuta utilizadas no estudo | Impacto da Produtividade - Qualitativo ou Quantitativo |
|---|--|---|
| RAMAKRISHNAN, NALLUSAMY, e RAJARAM NARAYANAN (2018) | 5S, TRF, trabalho padronizado, gestão à vista, qualidade na fonte e balanceamento de linha | 5S - 80% de melhora. TRF - Redução de 54% Eficiência operacional - incremento em torno de 70%. Produtividade - incremento de 27% |
| PANWAR et al. (2018) | TPM, 5S, trabalho padronizado, produção puxada, nivelamento de produção. | Qualitativo |
| SINGH et al. (2018) | MFV | Haverá um aumento na produção de 42% na <i>Swan Mechanical Works</i> , 36,46% na <i>Kotla Auto Parts</i> e um aumento de 35,37% na empresa B.S. |
| VAN LANDEGHEM, CLAEYS e VAN LANDEGHEM (2018) | 5S, fluxo contínuo, trabalho padronizado | Não consta. |
| DRESCH et al. (2019) | Troca rápida de ferramentas | Empresa A - 10,6% de aumento de eficiência nos equipamentos, eficiência global aumentou de 66% para 73% Empresa B – Eficiência operacional entre 38% e 43%, após TRF e TP entre 66% e 70% de eficiência operacional. |
| CASTRO e POSADA (2019) | MFV, trabalho padronizado, <i>just in time</i> , TPM, troca rápida de ferramentas, 5S | Não consta. |

Fonte: A autora (2020).

Conforme se percebe pela Tabela 3, dentre os 19 artigos da revisão integrativa foram encontrados impactos de produtividade em 13, e em 9 destes estudos foi realizada associação da melhoria de produtividade com algum tipo de ferramenta de manufatura enxuta.

3. O PROGRAMA BRASIL MAIS PRODUTIVO

Em meados de 2013, a economia brasileira entrou em desaceleração, com um distanciamento do Brasil tanto em relação aos países desenvolvidos, como em relação aos países emergentes. A desaceleração da economia teve como causa um cenário político em crise e uma economia que foi impactada negativamente, causando o início de uma recessão (CEPAL, 2018).

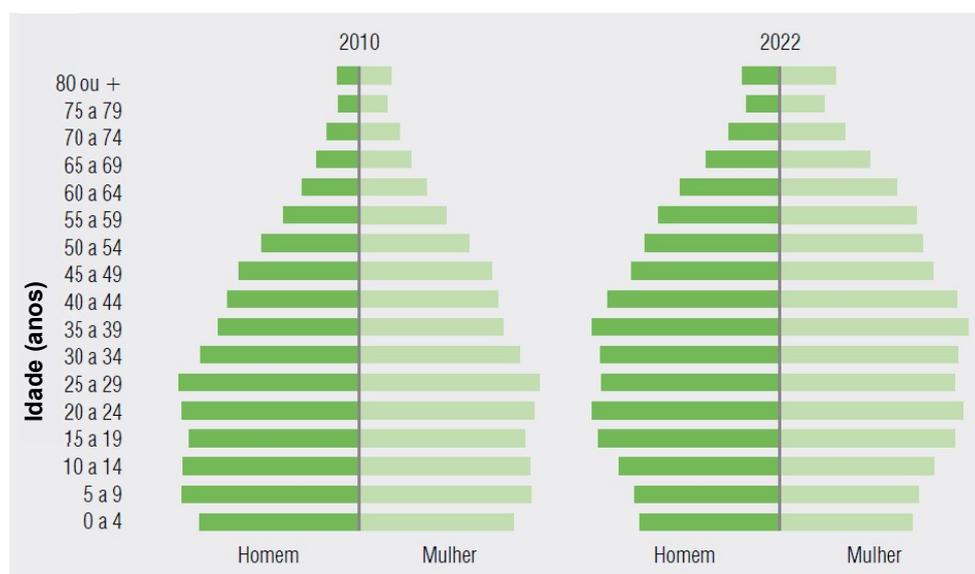
Nos anos 2000, o ciclo de crescimento com distribuição de renda teve como pilar de sustentação a expansão da demanda, tanto externa quanto doméstica, que foi oriunda do aumento da renda e da incorporação de mais pessoas ao mercado de trabalho e de consumo. O crescimento do mercado consumidor, decorrente do aumento da demanda, afeta a produtividade da indústria ao gerar ganhos de economia de escala. Para o Brasil, a consolidação de um mercado interno vigoroso é uma vantagem a ser explorada. No entanto, nossa economia não tem os baixos custos das economias asiáticas, nem o elevado grau de conhecimento tecnológico das economias de países desenvolvidos. Com um custo de produção e de logística elevado, o desafio é reduzir esse “Custo Brasil”, identificar e incentivar os nichos onde a indústria brasileira pode ter um papel significativo nas cadeias globais e subir degraus na direção das etapas de maior valor agregado e intensidade tecnológica (CNI, 2013).

A população brasileira tem passado por algumas transformações, como o acelerado envelhecimento populacional, decorrente de baixas taxas de fecundidade. A projeção da pirâmide etária brasileira mostra uma redução da população na faixa de 0 a 14 anos e um incremento da parcela da população em idade potencialmente ativa (15 a 64 anos) – o chamado bônus demográfico. O bônus demográfico cria condições favoráveis ao crescimento econômico do país pela maior oferta de trabalho e maior capacidade de poupança (CNI, 2013).

Segundo Arbache (2011), a desaceleração da taxa de crescimento da população ativa, que acontecerá no Brasil nos próximos anos, e pode ser vista na Figura 4, impõe desafios ao crescimento econômico e à competitividade das empresas. Com o crescimento cada vez mais lento da força de trabalho e a elevação dos custos do

trabalho, o incremento do potencial produtivo terá que vir do aumento da produtividade do trabalhador.

Figura 4 – Distribuição demográfica brasileira



Fonte: CNI (2013).

Entre 2000 e 2010, a produtividade do trabalho na indústria manufatureira do Brasil cresceu, em média, apenas 0,6% ao ano. Essa taxa é bastante inferior à registrada pela indústria de países como Coreia do Sul (5,6%), Estados Unidos (5,2%), Cingapura (3,4%), Reino Unido (3,1%) e Austrália (2,0%) (CNI, 2013).

O crescimento brasileiro foi essencialmente impulsionado por fatores demográficos sem um aumento sustentado da oferta e do estoque de capital. O principal impulso para a ampliação da oferta agregada, a partir dos anos 2000, foi o crescimento de mão de obra. Independente do crescimento do investimento ter tido interrupção, em virtude da crise mundial de 2008, ou de limitações do próprio modelo de crescimento puxado pela demanda, o fato é que o crescimento da economia com base na oferta de bens e serviços é cada vez mais iminente. O aumento de produtividade com isso tornou-se um fator crítico na sustentação do crescimento econômico. Atuar na produtividade intrafirma, visando o seu aumento contínuo é essencial para garantir o crescimento sustentado e depende, sobretudo, de aspectos intrínsecos às firmas, como a capacidade de gestão, a qualidade e a inovação (CEPAL, 2018).

Para a atuação na produtividade intrafirma, é preciso investir em programas que aumentem não só a capacidade de gestão das empresas como também a capacidade de gerir a qualidade dos produtos e a própria inovação.

AS POLÍTICAS INDUSTRIAIS E DE DESENVOLVIMENTO BRASILEIRAS

Uma política industrial engloba um conjunto de instrumentos utilizados pelos governos nacionais com o objetivo de fomentar o processo de crescimento e desenvolvimento econômico, por meio do fortalecimento da sua base produtiva e do aumento da competitividade das empresas. Visa promover setores econômicos importantes para a geração de divisas, geração e difusão de tecnologias críticas e expansão dos níveis de emprego, entre outras variáveis. A utilização de instrumentos de política industrial e a necessidade de sua autonomia em relação à política macroeconômica é defendida por ser uma condição fundamental para a superação das restrições macroeconômicas ao crescimento (CEPAL, 2018).

Uma política industrial visa corrigir as falhas de mercado que geram ineficiências no sistema econômico. Em diferentes momentos da trajetória do crescimento da economia brasileira, têm sido utilizadas amplamente políticas industriais (CEPAL, 2018).

Entre 1950 a 1980, o Brasil conheceu um longo período de crescimento econômico sustentado pelo processo de diversificação e integração da estrutura industrial brasileira e pela internalização da indústria de bens de capital. Nesse período observou-se uma evolução significativa do produto industrial no produto total, um período de crescimento econômico liderado pela indústria que contribuiu para a convergência dos níveis de renda per capita brasileira com a de países desenvolvidos (CEPAL, 2018).

A partir da década de 1980, diante das mudanças nos condicionantes internos e externos, da crescente perda de capacidade do Estado para investir na modernização da infraestrutura física e de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), e da retração das políticas voltadas para o desenvolvimento industrial, ocorreu uma gradativa perda da importância relativa do setor industrial no produto total, e a indústria de transformação

perdeu seu papel de vetor de crescimento da economia. A crise e instabilidade econômica na década de 1980 contribuíram para a redução dos investimentos em capacidade produtiva na indústria (CEPAL, 2018).

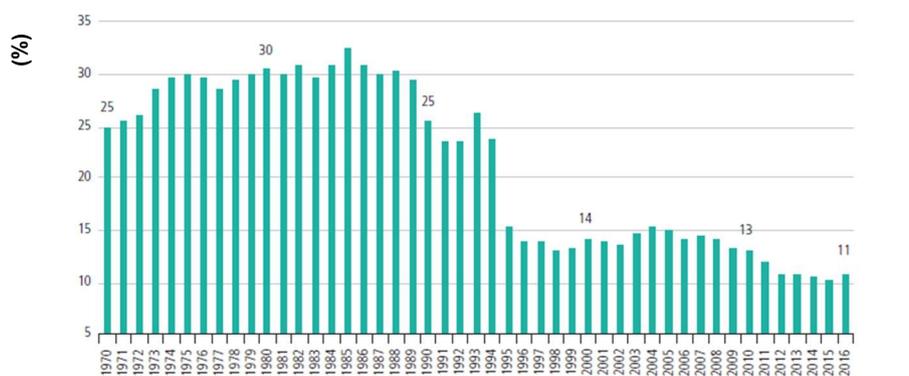
Na década de 1990, uma mudança significativa na estratégia de desenvolvimento industrial, pautada por um diagnóstico de que a estagnação, as ineficiências alocativa e técnica, e o baixo dinamismo tecnológico seriam resultado de uma estrutura produtiva protegida, autárquica e diversificada herdada do período anterior (LAPLANE e SARTI, 2006; HIRATUKA e SARTI, 2011 *apud* CEPAL, 2018).

A partir de um diagnóstico de que há profundas transformações globais em curso, com a emergência da China como grande centro industrializado, e também com a emergência de novas tecnologias, grandes economias perceberam que essa realidade histórica requer políticas tecnológicas e industriais para fomentar ecossistemas de desenvolvimento industrial, competências e capacidades das empresas e dos trabalhadores (CEPAL, 2018).

OS DESAFIOS DO DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL NO BRASIL

Desde a década de 1980, a indústria brasileira enfrenta um processo de retração e de baixo dinamismo, tanto do ponto de vista produtivo quanto tecnológico com a crescente redução da participação do produto industrial no produto total, baixa produtividade, baixa competitividade, com a necessidade de ampliação da taxa de investimento. A participação da indústria de transformação no PIB teve uma retração de mais de 50% nos últimos 50 anos (Figura 5) (CEPAL, 2018) .

Figura 5 – Participação da indústria de transformação no PIB entre 1970 e 2016 (%)



Fonte: (CEPAL, 2018)

Ano

A partir de 2004, o maior dinamismo da indústria brasileira resultou em um ciclo de crescimento mais longo e sustentado pela demanda doméstica.

Até a década de 1980 a política industrial brasileira esteve fortemente subordinada aos determinantes da política macroeconômica e aos problemas relativos ao endividamento externo e à inflação, esse cenário da política industrial resultou em fortes restrições ao financiamento e ao investimento. A restrição de investimentos ampliou o hiato tecnológico em relação aos padrões internacionais (CEPAL, 2018).

As políticas de inovação brasileiras e de promoção industrial alcançaram melhores resultados em intervenções verticais e direcionais, em vez de políticas horizontais amplas (MAZZUCATO e PENNA, 2016). Essas intervenções verticais direcionadas são conhecidas como missões: programas setoriais restritos e direcionados, e não de amplos planos de inovação ou incentivos horizontais. Intervenções amplas nacionais promovidas pelo Estado são improváveis de gerarem resultados significativos no Brasil, dado o presidencialismo de coalizão existente (REYNOLDS, SCHNEIDER e ZYLBERBERG, 2019).

a) Política Industrial e de Comércio Exterior (PICE)

Lançada em março de 1990, a PICE tinha como objetivo central o aumento da eficiência na produção e na comercialização de bens e serviços a partir de um novo modelo de produção e acumulação para o país. Possuía como foco principal o aumento da produtividade e da competitividade das empresas nacionais frente ao aumento da exposição às competições interna e externa. Basicamente operou com dois mecanismos: um de apoio à competição por meio de medidas de liberalização comercial e o segundo voltado à promoção de instrumentos de apoio à competitividade (CEPAL, 2018).

Os desdobramentos da PICE mostraram um desequilíbrio entre os resultados das duas linhas de ação, pois o processo de liberalização comercial não se refletiu nas ações de promoção da competitividade. Também não existiram investimentos voltados à ampliação da capacidade produtiva, e as empresas passaram a focalizar-se nas suas atividades principais, encerrando atividades de plantas e linhas produtivas secundárias,

ampliando a terceirização e a subcontratação de alguns serviços anteriormente supridos internamente (CEPAL, 2018).

b) Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE)

A partir de 2003, observa-se um movimento de resgate da importância da política industrial no escopo da política econômica brasileira. A retomada ocorre num contexto no qual a inovação tornava-se uma variável chave na busca do aumento da competitividade da base produtiva. Em março de 2004 ocorreu o lançamento da PITCE, que tinha como objetivos principais o aumento da eficiência da estrutura produtiva, o aumento da capacidade de inovação das empresas e a expansão das exportações (CEPAL, 2018).

A construção da PITCE reconheceu a complexidade da estrutura produtiva do país e o papel diferenciado dos inúmeros setores industriais na dinâmica de desenvolvimento econômico (CEPAL, 2018).

c) Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP)

A partir de 2008, ocorreu uma revisão das linhas gerais da política industrial brasileira que teve como ponto de partida o lançamento da PDP. A PDP tinha como objetivo central dar sustentabilidade ao ciclo de expansão da economia nacional e foi concebida com a utilização de diferentes medidas de apoio ao setor produtivo que envolviam não somente novos instrumentos de financiamento e desoneração tributária, apoio técnico e uso do poder de compra governamental em determinados setores. A PDP buscava um escopo mais amplo e transversal de apoio ao setor produtivo, de modo a contemplar a abrangência e a complexidade da estrutura industrial brasileira e apresentou importantes inovações em sua estruturação com o apoio aos sistemas produtivos em vez de setores específicos (CEPAL, 2018).

d) Plano Brasil Maior (PBM)

O PBM abrangeu as áreas de política industrial, tecnológica e de comércio exterior do governo federal. Surgiu no conturbado contexto da economia mundial, devido à crise iniciada no ano de 2008. O PBM teve como foco a inovação e o adensamento produtivo do parque industrial brasileiro, objetivando ganhos sustentados da produtividade do trabalho. O PBM possuía dez metas que deveriam estar totalmente concluídas até o final de 2014 e representou uma mudança no foco da política industrial em comparação com os objetivos da PDP. Possuía ênfase em benefícios fiscais, combinados com ações de maior impacto, incorporando uma seleção mais cuidadosa de prioridades para maximizar os resultados das ações e incorporou ações setoriais e sistêmicas (CEPAL, 2018).

e) A manutenção da política industrial em um contexto de restrição fiscal e o papel do Programa Brasil Mais Produtivo (B+P)

Em 2015, no Brasil, em um contexto de elevada instabilidade (política e econômica), surgiu o Programa B+P, inicialmente como uma tentativa de preservar uma agenda de política industrial no país. A expectativa inicialmente era de que o Programa B+P pudesse constituir-se em um programa capaz de demonstrar a importância e a efetividade das políticas de desenvolvimento industrial. O programa foi concebido com o foco em intervenções diretas voltadas ao aumento da produtividade em firmas do setor industrial associadas a metas e indicadores de desempenho manejáveis pela política. Como não possuía objetivo de elevar a taxa de investimento sobre o PIB, ou elevar a produtividade média do trabalho no Brasil, foram desenhadas métricas para mensurar o desempenho da política com indicadores que são tangíveis às ações que o programa propôs desenvolver (CEPAL, 2018).

OBJETIVOS DO PROGRAMA BRASIL MAIS PRODUTIVO (B+P)

O Programa *Brasil Mais Produtivo (B+P)* atendeu, ao longo de 2016 a 2018, três mil empresas de todos os portes e variados setores no Brasil, e teve, como meta, aumentar em 20% a produtividade média das empresas que recebessem as consultorias do Programa. A iniciativa, sob coordenação do então Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio (MDIC), teve como parceiros o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX), a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

O conceito do programa baseou-se no aumento de produtividade, por via da redução dos oito tipos básicos de desperdícios preconizados pelo Sistema *Toyota* de Produção: superprodução, tempo de espera, transporte desnecessário, excesso de processamento, inventário, movimento desnecessário, defeitos e desperdício de potencial humano, por meio de uma consultoria de 120 horas em cada empresa atendida.

PÚBLICO ALVO DO PROGRAMA B+P

O Programa B+P priorizou 04 setores: metalmecânica; moveleiro; vestuário e calçados; e alimentos e bebidas. A seleção dos setores foi feita originalmente a partir de dois recortes principais: foco em setores tradicionais e com maior aderência à metodologia de manufatura enxuta adotada pelo SENAI; e empresas localizadas em Arranjos Produtivos Locais (APLs). Entretanto, no decorrer do processo de implementação do programa, foram feitos diversos ajustes na etapa de seleção de empresas, que levaram a uma gradativa desvinculação da seleção de empresas em APLs.

AS CONSULTORIAS DO PROGRAMA B+P

Conforme mencionado, em cada consultoria eram despendidas 120 horas de um consultor no chão de fábrica de cada empresa, para a redução de desperdícios

encontrados em um recorte da empresa. Esse recorte poderia ser uma linha, um setor ou uma etapa do processo produtivo. Os resultados esperados, além do alcance da meta geral de aumento de 20% na produtividade, eram:

- a) Qualificar a equipe da empresa, criando um ambiente favorável para sustentar a melhoria de forma contínua;
- b) Reconhecer e eliminar desperdícios;
- c) Reduzir custos; e
- d) Melhorar a organização e tornar o ambiente de trabalho mais agradável.

A consultoria foi padronizada e possuía 04 fases claras: preparação, intervenção, monitoramento e encerramento.

A seleção de todas as empresas foi feita pelo SENAI ou por ações de divulgação nacional do programa. As prospecções do SENAI seguiam alguns passos, que podiam ser alterados regionalmente, caso houvesse necessidade, mas a grande maioria seguia a orientação nacional do programa (Figura 6):

Figura 6 – Orientação para a prospecção dos atendimentos do programa.



Fonte: A autora (2020).

O diagnóstico de aderência ao programa, era uma etapa que podia ser realizada antes ou depois do fechamento do contrato, mas regionalmente poderia ser decidido fazer depois do fechamento do contrato. Esse diagnóstico levantava a lacuna e a situação atual da empresa em manufatura enxuta e a eventual existência de desperdícios.

Para participar do Programa B+P, as empresas precisavam atender a critérios de porte e setores.

1. Porte das empresas

O programa atendeu prioritariamente empresas na faixa de 11 a 200 funcionários, o que as classificava entre pequenas e médias empresas. Constitui foco tradicionalmente importante das políticas públicas o segmento de micro, pequenas e médias empresas. O desenho do Programa B+P foi feito para atender prioritariamente a empresas de portes pequeno e médio, como definido pelo critério do MDIC, em que a pequena empresa é aquela que tem de 11 a 40 empregados e a média empresa, aquela de 41 a 200 empregados. Esse critério foi mantido durante toda a execução do programa, ainda que ocorressem algumas exceções nesse quesito, uma vez que o Programa B+P passou a atender algumas micro e grandes empresas (Tabela 4).

Tabela 4 – Atendimentos do programa por porte da empresa

| Porte | N° Empresas | (%) |
|----------------|--------------------|-------------|
| Micro | 140 | 4,67% |
| Pequeno | 1583 | 52,77% |
| Médio | 1132 | 37,73% |
| Grande | 145 | 4,83% |
| Total | 3000 | 100% |

Fonte: A autora, com dados oficiais do programa (2020).

2. Setores econômicos do programa

O foco nos quatro setores prioritários do B+P foi resultante de, em geral, serem empresas intensivas em mão de obra, portanto, com maiores possibilidades de ganho produtivo ao se intervir na linha de produção com a aplicação de ferramentas de manufatura enxuta.

O conjunto de setores selecionados no Programa B+P representava, de acordo com dados do Cadastro Central de Empresas (CEMPRE/IBGE), 266.284 empresas ou 65,09% do total de 409 mil empresas na indústria de transformação em 2016. Esse percentual reflete a representatividade do conjunto de setores selecionados como foco

do programa. Conforme a Tabela 5, 32,2% das empresas atendidas no Programa B+P são do setor de alimentos e bebidas; 30,4% são dos setores de vestuário e calçados; 22,1% do setor de metalmeccânica; 14,7% do setor de madeira e móveis; e 0,6% dos setores ligados à fabricação de produtos de minerais não metálicos (outros). O programa B+P realizou atendimento de consultoria em 2.715 empresas de pequeno e médio porte, conforme consta na Tabela 4, o que representa 1,02% das empresas destes portes cadastradas no CEMPRE/IBGE (CEPAL, 2018). A Tabela 5 apresenta o quantitativo de empresas por setor de atendimento.

Tabela 5 - Atendimentos do programa por setor da empresa

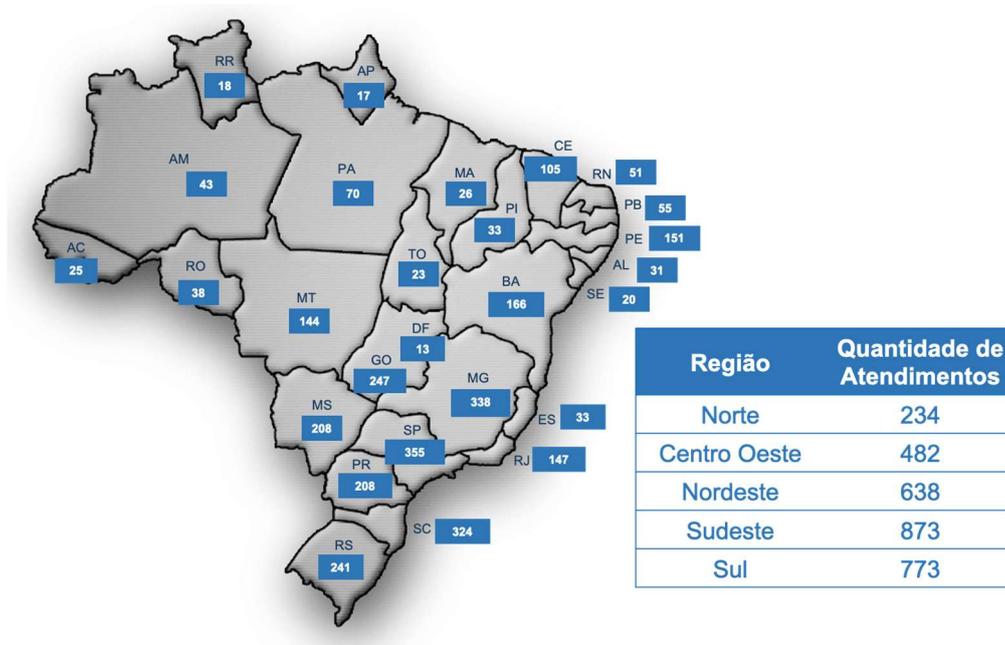
| Setor | Nº Empresas | (%) |
|-----------------------------|--------------------|----------------|
| Alimentos e Bebidas | 967 | 32,23% |
| Metalmecânica | 662 | 22,07% |
| Moveleiro | 441 | 14,70% |
| Vestuário e Calçados | 913 | 30,43% |
| Outros | 17 | 0,57% |
| Total | 3000 | 100,00% |

Fonte: A autora, com dados oficiais do programa (2020).

A DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL DO PROGRAMA B+P

O Programa B+P atendeu a todas as regiões do país, com uma concentração maior nas regiões e nos estados com maior concentração industrial, conforme apresentado na Figura 7. A maior parte dos atendimentos ocorreu nas regiões Sudeste (873) e Sul (773), enquanto as regiões Norte (234) e Centro-Oeste (482) tiveram menos empresas atendidas. As Unidades da Federação (UFs) com maior número de atendimentos foram Minas Gerais (338) e São Paulo (355), e as com menor número de atendimento foram Distrito Federal (13) e Amapá (17).

Figura 7 - Distribuição dos atendimentos por estado e região brasileira



Fonte: A autora, com dados oficiais do programa (2020).

INDICADORES DO PROGRAMA E OS SEUS RESULTADOS

Conforme já mencionado, os atendimentos realizados tinham como meta elevar em pelo menos 20% a produtividade na linha de produção, produto ou setor em que fossem realizadas as aplicações de ferramentas de manufatura enxuta. Esses resultados eram aferidos pela comparação entre indicadores medidos, respectivamente, antes e depois da aplicação das ferramentas.

Os seguintes indicadores foram utilizados para avaliação dos resultados dos atendimentos:

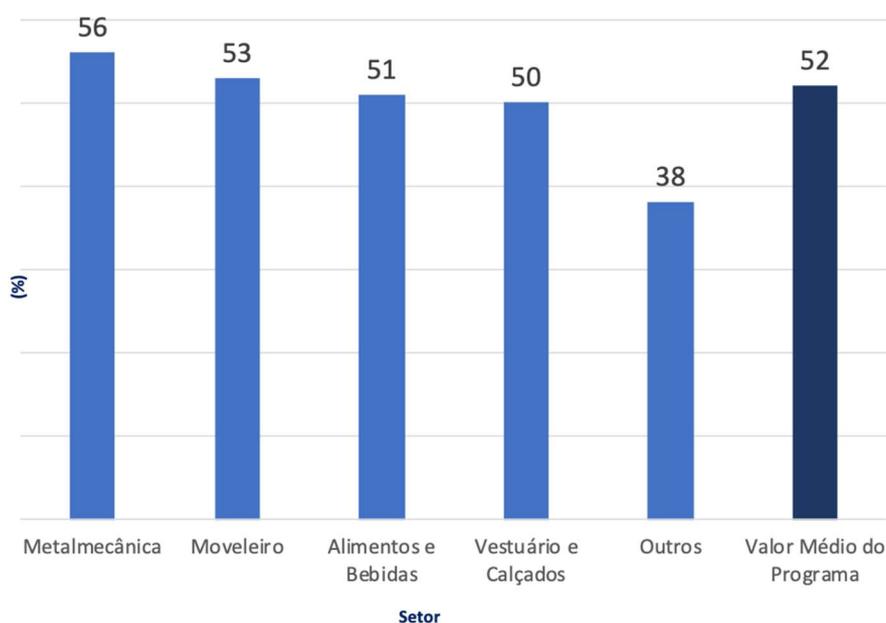
- Produtividade (aumento da capacidade produtiva): aumento da capacidade de produção por meio da redução de desperdícios e/ou aumento do volume operacional de produção como resultado das ferramentas de manufatura enxuta aplicadas. Nas 3.000 empresas atendidas o aumento médio de capacidade (%) superou, em muito, a meta, sendo de 52,11% (Figura 8). Observe-se que esse aumento de capacidade sem

novos investimentos de capital (chamado de aumento de “produtividade” pelo Programa B+P) foi certamente influenciado pelos demais indicadores a seguir descritos:

- Movimentação: redução dos deslocamentos desnecessários por meio da reorganização de processos produtivos ou leiautes, com a priorização de atividades que agregavam valor ao produto. Nas 3.000 empresas atendidas a redução média de movimentação (%) foi de 60,60% (Figura 9).
- Retrabalho: índice de redução de rejeitos e descartes de materiais/produtos decorrentes de falhas de processamento durante o processo produtivo. Nas 3.000 empresas atendidas a redução média de retrabalho (%) foi de 64,82% (Figura 10).
- Tempo de retorno do investimento: tempo necessário do retorno, para a empresa assistida, do investimento total da consultoria (R\$ 18 mil) para a implantação das melhorias. A média do tempo de retorno do investimento no programa ficou em 5,05 meses (Figura 11). Observe-se que o termo “investimento” está sendo empregado para o valor pago pela empresa para remunerar a consultoria recebida, não tendo qualquer relação com eventual investimento em ativos de produção.

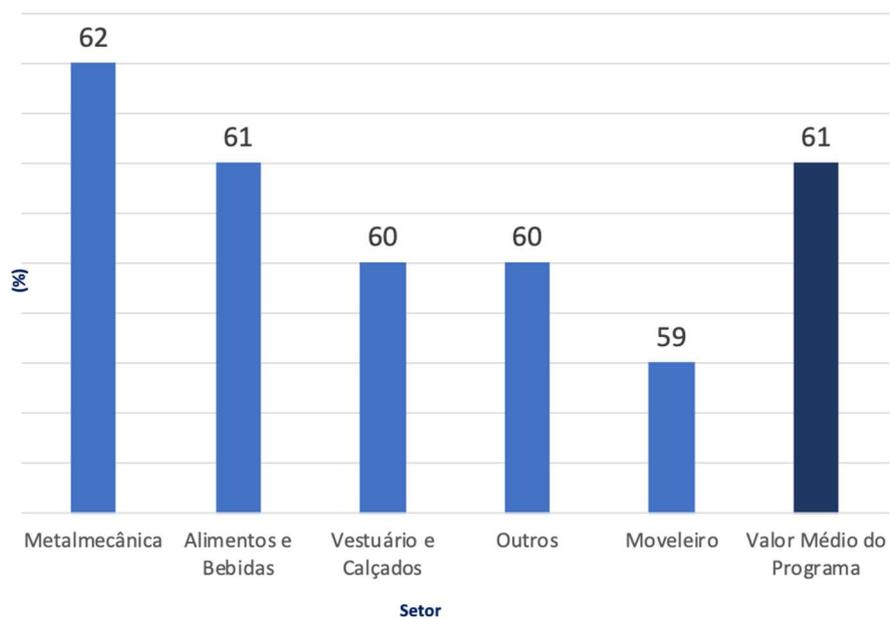
Os índices de movimentação e de retrabalho não eram indicadores com aferição obrigatória, então nem todas as consultorias realizadas apresentaram registros de melhorias nessas duas frentes nas empresas.

Figura 8 - Aumento médio de produtividade por setor e valor médio do programa (%)



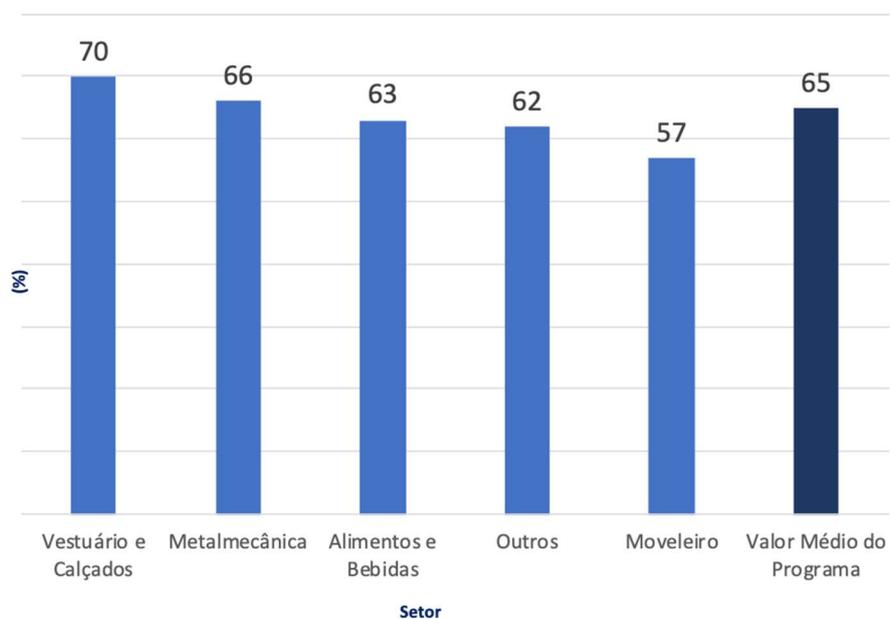
Fonte: A autora, com dados oficiais do programa (2020).

Figura 9 – Redução média de movimentação por setor e o valor médio do programa (em %)



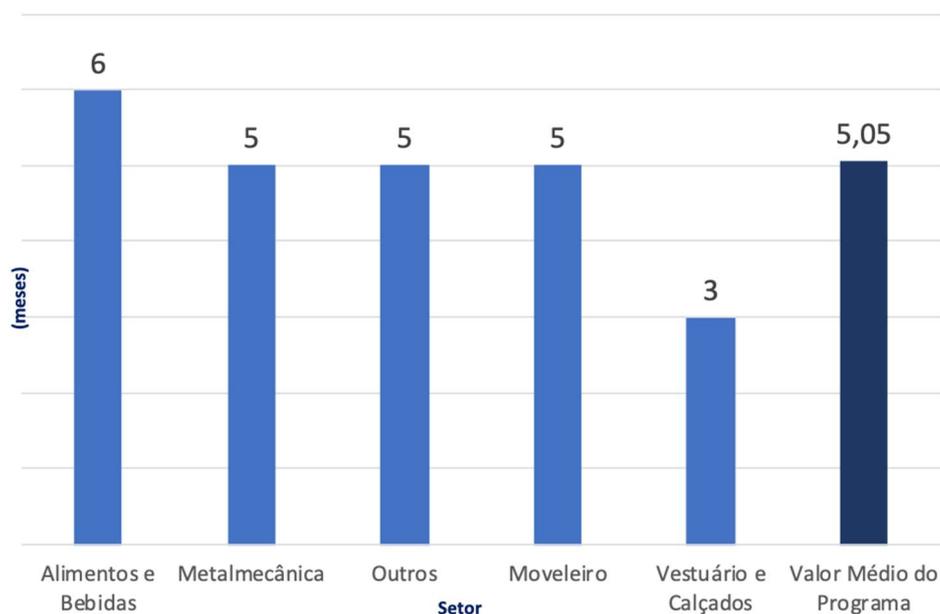
Fonte: A autora, com dados oficiais do programa (2020).

Figura 10 - Redução média de retrabalho por setor e valor médio do programa (em %)



Fonte: A autora, com dados do programa (2020).

Figura 11 - Retorno médio do investimento na consultoria por setor e valor médio do programa (meses)



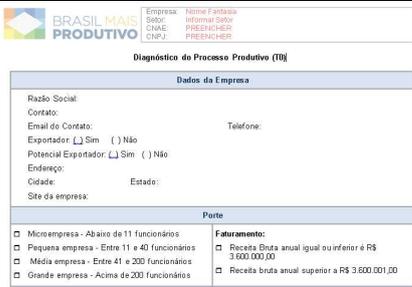
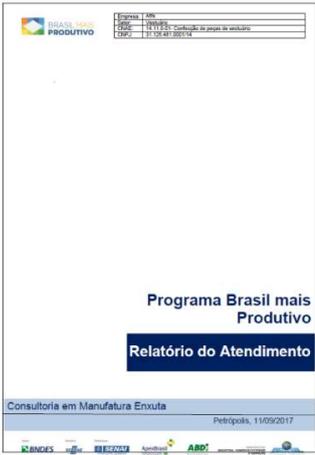
Fonte: A autora, com dados oficiais do programa (2020).

O presente trabalho irá fazer uma análise do impacto da utilização de ferramentas de manufatura enxuta na produtividade (aumento da capacidade produtiva). O Programa B+P tinha como padrão a utilização de até 07 ferramentas de manufatura enxuta: 1) mapa de fluxo de valor (MFV), 2) produção puxada (PP), 3) fluxo contínuo (FC), 4) trabalho padronizado (TP), 5) qualidade na fonte (QF), 6) limpeza e organização (5S) e 7) troca rápida de ferramentas (TRF). Em cada atendimento era definida, conforme necessidade e conveniência, a utilização de pelo menos 3 ferramentas para que fosse atingida a meta de produtividade do programa.

4. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta o método utilizado para a execução da pesquisa, que trata da avaliação de uma amostra representativa, com dados extraídos dos registros documentais das empresas que foram atendidas no Programa B+P. Os documentos foram elaborados ao longo dos atendimentos, a partir do diagnóstico inicial e do relatório de atendimento, que tinham a estrutura padrão apresentada na Figura 12.

Figura 12 – Estrutura do diagnóstico inicial e do relatório de atendimento elaborado nas empresas

| | |
|---|---|
|  <p>Diagnóstico do Processo Produtivo (10)</p> <p>Dados da Empresa</p> <p>Razão Social: Contato: E-mail de Contato: Telefone: Exportador: () Sim () Não Potencial Exportador: () Sim () Não Endereço: Cidade: Estado: Site da empresa:</p> <p>Porte</p> <p><input type="checkbox"/> Micro empresa - Abaixo de 11 funcionários <input type="checkbox"/> Pequena empresa - Entre 11 e 40 funcionários <input type="checkbox"/> Média empresa - Entre 41 e 200 funcionários <input type="checkbox"/> Grande empresa - Acima de 200 funcionários</p> <p>Faturamento:</p> <p><input type="checkbox"/> Receita Bruta anual igual ou inferior a R\$ 3.500.000,00 <input type="checkbox"/> Receita bruta anual superior a R\$ 3.500.001,00</p> | <p>DIAGNÓSTICO PROGRAMA BRASIL MAIS PRODUTIVO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. DADOS DA EMPRESA 2. PORTE 3. ADERÊNCIA DO PROCESSO PRODUTIVO ÀS FERRAMENTAS DE MANUFATURA ENXUTA 4. EQUIPE DE PROJETO 5. DEMANDA 6. EXISTÊNCIA DE ESTOQUE 7. GESTÃO VISUAL 8. PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO 9. TRABALHO PADRONIZADO 10. REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|  <p>Programa Brasil mais Produtivo</p> <p>Relatório do Atendimento</p> <p>Consultoria em Manufatura Enxuta Petrópolis, 11/09/2017</p> | <p>RELATÓRIO PROGRAMA BRASIL MAIS PRODUTIVO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. OBJETIVO 2. ESCOPO 3. ESTADO PRESENTE <ol style="list-style-type: none"> 3.1 MAPA DE FLUXO DE VALOR <ol style="list-style-type: none"> 3.1.1 DESCRIÇÃO ESTADO PRESENTE 3.2 TABELA DE INDICADORES, MEDIÇÃO INICIAL E META 4. FERRAMENTAS DE MANUFATURA ENXUTA <ol style="list-style-type: none"> 4.1 FERRAMENTAS APLICADAS 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO 6. RESULTADOS 7. CONCLUSÃO 8. TERMO DE ENCERRAMENTO |

Fonte: A autora (2020).

4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O procedimento metodológico foi elaborado pela autora para atender aos objetivos específicos da pesquisa:

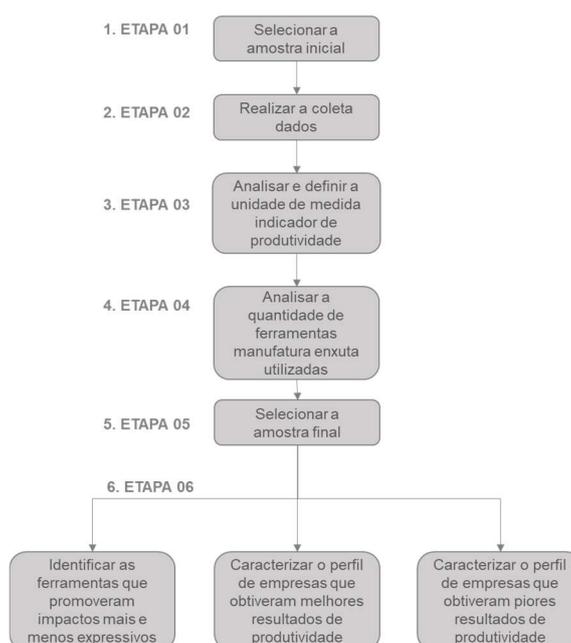
(O1) Identificar as ferramentas de manufatura enxuta que promoveram os impactos mais expressivos em produtividade na amostra de empresas atendidas pelo Programa B+P pertencentes aos setores escolhidos para análise;

(O2) Caracterizar o perfil das empresas da amostra que obtiveram os melhores resultados de produtividade; e

(O3) Caracterizar o perfil das empresas da amostra que obtiveram os piores resultados de produtividade.

A pesquisa foi realizada seguindo o delineamento em 06 etapas (Figura 13) que serão explicadas nos tópicos a seguir. Das etapas 01 a 05, a premissa utilizada para a seleção das amostras foi a escolha das variáveis em que a amostra final contasse com a maior quantidade de atendimentos. Essa premissa foi adotada para que fosse possível conseguir uma amostra que pudesse representar a realidade industrial e não apenas casos isolados.

Figura 13 – Delineamento da pesquisa



Fonte: A autora (2020).

4.2 ETAPA 01 – SELECIONAR A AMOSTRA INICIAL

A amostra inicial continha 3.000 atendimentos das empresas atendidas no Programa B+P.

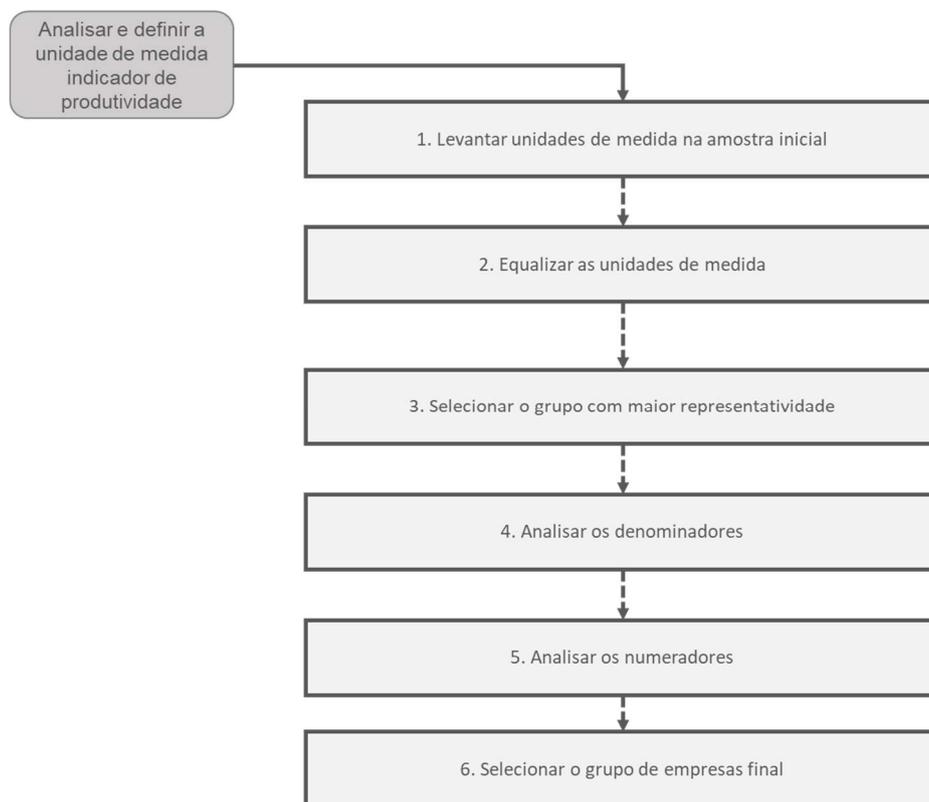
4.3 ETAPA 02 – REALIZAR A COLETA DE DADOS

Embora o foco da investigação seja a produtividade, para cada atendimento os registros documentais traziam as seguintes informações: medição inicial de produtividade; medição final de produtividade; redução de movimentação; redução de retrabalho; e tempo de retorno do investimento em consultoria. Além desses dados operacionais, foram adicionalmente coletadas, para cada atendimento, as respectivas ferramentas de manufatura enxuta utilizadas. Por fim, foram coletados os seguintes dados cadastrais: número de funcionários; setor de atividade; e localização (cidade e estado da empresa).

4.4 ETAPA 03 – ANALISAR E DEFINIR A UNIDADE DE MEDIDA DO INDICADOR DE PRODUTIVIDADE

Como as empresas atendidas pelo Programa B+P pertencem a diferenciados setores de produção e produzem diferenciados produtos, uma dificuldade inicial encontrada foi a de padronizar a unidade de medida do indicador de produtividade. A referida unidade não havia sido padronizada no início do Programa, o que resultou em diversidade na medição daquele indicador, tendo sido necessário definir uma mesma unidade de medida para analisar o impacto de produtividade. Para tanto, foram seguidos os passos da Figura 14.

Figura 14 – Sistemática para padronização da unidade de medida de produtividade



Fonte: A autora (2020).

1. Levantar unidades de medida de produtividade na amostra inicial

Nos 3.000 atendimentos foi constatado que havia 639 unidades de medida de produtividade diferentes, evidenciando a falta de padronização e a não possibilidade de utilização dos dados agrupados coletados, sendo necessária uma escolha, dentro da amostra, de uma unidade de medida de produtividade única, para que o estudo da amostra pudesse ser realizado.

2. Equalizar as unidades de medida

Nesta etapa foi feita uma equalização das unidades de medida. Como produtividade é uma taxa representada por uma variável dividida por outra, foi necessário padronizar, respectivamente, a unidade de medição do numerador e do denominador da taxa, conforme os critérios a seguir:

Critério 01 – Todos os numeradores e denominadores aferidos por algum tipo de unidade de tempo (dia, ano, mês, hora, minuto, segundo, entre outros) foram denominados “**tempo**”.

Critério 02 - Todos os numeradores e denominadores que referenciavam qualquer tipo de produto (peças, caixas, garrafas, galões, unidades, entre outros) foram denominados “**produto**”.

Critério 03 – Todos os numeradores e denominadores que referenciavam quantidades de pessoas foram denominados “**operador**”.

Após a aplicação dos 3 critérios, as unidades de medida de produtividade foram reduzidas de 639 para 53 (Tabela 6). Foram desconsiderados 43 atendimentos que não indicaram medidas de produtividade, de modo que a amostra inicial passou a considerar 2957 atendimentos, ou seja, empresas atendidas.

Tabela 6 – Etapa 02 – Definição das unidades de medida de produtividade

| | Unidade de Medida | Nº de empresas |
|----|---------------------------|-----------------------|
| 1 | produto/tempo | 1900 |
| 2 | produto/operador/tempo | 293 |
| 3 | produto/tempo/operador | 228 |
| 4 | tempo/produto | 125 |
| 5 | produto/operador | 90 |
| 6 | produto/homem hora | 75 |
| 7 | produção/custo | 66 |
| 8 | produto/custo | 40 |
| 9 | tempo | 22 |
| 10 | tempo/operação | 17 |
| 11 | custo/produto | 10 |
| 12 | produto/processo | 8 |
| 13 | tempo/tempo | 6 |
| 14 | produto/lote | 6 |
| 15 | <i>setup</i> | 5 |
| 16 | tempo/operador | 5 |
| 17 | produto/homem hora/tempo | 5 |
| 18 | produto/tempo/equipamento | 4 |
| 19 | produto/produto | 4 |
| 20 | produto | 4 |
| 21 | produção/tempo | 4 |

| | Unidade de Medida | Nº de empresas |
|----|---|-----------------------|
| 22 | homem hora/produto | 3 |
| 23 | custo/tempo/operador | 2 |
| 24 | produto/tempo/homem hora | 2 |
| 25 | produto/equipamento/tempo | 2 |
| 26 | produto/tempo/tempo | 2 |
| 27 | custo/tempo | 2 |
| 28 | homem hora | 2 |
| 29 | operador | 1 |
| 30 | unidade de esforço de produção/operador/tempo | 1 |
| 31 | processo/lote | 1 |
| 32 | eficiência | 1 |
| 33 | ordem de produção/operador/tempo | 1 |
| 34 | produto/peça | 1 |
| 35 | operador/equipamento | 1 |
| 36 | produto/peso | 1 |
| 37 | tempo/turno | 1 |
| 38 | eficiência/tempo | 1 |
| 39 | custo/receita | 1 |
| 40 | produto tempo/equipe | 1 |
| 41 | setup/homem hora | 1 |
| 42 | custo | 1 |
| 43 | tempo/equipamento | 1 |
| 44 | produto/real | 1 |
| 45 | operador/tempo | 1 |
| 46 | produto/batelada/tempo/operador | 1 |
| 47 | custo/operador/tempo | 1 |
| 48 | produto/área/tempo | 1 |
| 49 | unidade de esforço de produção /operador | 1 |
| 50 | produto/equipamento | 1 |
| 51 | eficácia/tempo | 1 |
| 52 | custo/homem hora | 1 |
| 53 | produto/produto/tempo | 1 |
| | Total Geral | 2957 |

Fonte: A autora (2020).

3. Selecionar o grupo com maior representatividade

A partir da Tabela 6, é possível observar que a unidade de medida de produtividade com maior representatividade na amostra era “**produto/tempo**” com um grupo de 1900 empresas.

4. Analisar os denominadores “tempo”

Foram encontrados 9 denominadores diferentes de “tempo” no grupo das 1900 empresas, conforme mostra a Tabela 7.

Tabela 7 – Atendimentos com produtividade aferida com denominador “tempo”

| | Denominador Tempo | Nº empresas |
|---|--------------------------|--------------------|
| 1 | dia | 877 |
| 2 | hora | 451 |
| 3 | mês | 295 |
| 4 | minuto | 104 |
| 5 | tempo | 66 |
| 6 | segundo | 60 |
| 7 | turno | 39 |
| 8 | semana | 7 |
| 9 | ano | 1 |
| | Total | 1900 |

Fonte: A autora (2020).

Conforme premissa adotada no delineamento da pesquisa, o grupo com maior representatividade foi o que tinha o denominador de tempo “dia”, totalizando 877 empresas.

5. Analisar os numeradores “produto”

No grupo de 877 empresas com o denominador “dia”, foram encontrados 101 numeradores diferentes, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Relação dos 101 numeradores (tipos de produtos) encontrados na amostra “produto/dia”

| | Numeradores | Nº empresas | Numerador discreto ou contínuo |
|---|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| 1 | peças/dia | 433 | Discreto |
| 2 | quilogramas/dia | 74 | Contínuo |
| 3 | unidades/dia | 52 | Discreto |
| 4 | pares/dia | 35 | Discreto |
| 5 | produtos/dia | 22 | Discreto |
| 6 | caixas/dia | 18 | Discreto |

| | | | |
|----|--------------------------------------|----|----------|
| 7 | m ² /dia | 18 | Contínuo |
| 8 | pacotes/dia | 14 | Discreto |
| 9 | conjuntos/dia | 12 | Discreto |
| 10 | pães/dia | 8 | Discreto |
| 11 | m ³ /dia | 8 | Contínuo |
| 12 | litros/dia | 8 | Contínuo |
| 13 | cadeiras/dia | 7 | Discreto |
| 14 | fardos/dia | 7 | Discreto |
| 15 | dúzias/dia | 6 | Discreto |
| 16 | máquinas/dia | 6 | Discreto |
| 17 | sacos/dia | 6 | Discreto |
| 18 | chapas/dia | 5 | Discreto |
| 19 | camisas/dia | 5 | Discreto |
| 20 | cortes/dia | 5 | Discreto |
| 21 | lotes/dia | 5 | Discreto |
| 22 | sofás/dia | 4 | Discreto |
| 23 | toneladas/dia | 4 | Contínuo |
| 24 | garrafas/dia | 4 | Discreto |
| 25 | produção/dia | 4 | Contínuo |
| 26 | metros/dia | 4 | Contínuo |
| 27 | potes/dia | 3 | Discreto |
| 28 | poltronas/dia | 3 | Discreto |
| 29 | refeições/dia | 3 | Discreto |
| 30 | quilograma por ordem de produção/dia | 3 | Contínuo |
| 31 | portas/dia | 3 | Discreto |
| 32 | painel/dia | 3 | Discreto |
| 33 | projetos/dia | 3 | Discreto |
| 34 | moldes/dia | 3 | Discreto |
| 35 | quilograma por ordem de serviço/dia | 2 | Contínuo |
| 36 | janelas/dia | 2 | Discreto |
| 37 | mesas/dia | 2 | Discreto |
| 38 | jogos/dia | 2 | Discreto |
| 39 | rolos/dia | 2 | Discreto |
| 40 | folhas/dia | 2 | Discreto |
| 41 | embalagens/dia | 2 | Discreto |
| 42 | quadros/dia | 2 | Discreto |
| 43 | tortas/dia | 2 | Discreto |
| 44 | receitas/dia | 2 | Discreto |

| | | | |
|----|-----------------------------|---|----------|
| 45 | picolés/dia | 2 | Discreto |
| 46 | <i>kits</i> /dia | 2 | Discreto |
| 47 | enfestos/dia | 1 | Discreto |
| 48 | tamos/dia | 1 | Discreto |
| 49 | formas/dia | 1 | Discreto |
| 50 | cabeças/dia | 1 | Discreto |
| 51 | impulsores/dia | 1 | Discreto |
| 52 | cabeçotes/dia | 1 | Discreto |
| 53 | estofados/dia | 1 | Discreto |
| 54 | anéis/dia | 1 | Discreto |
| 55 | frascos/dia | 1 | Discreto |
| 56 | aerador/dia | 1 | Discreto |
| 57 | tratamentos/dia | 1 | Contínuo |
| 58 | armário/dia | 1 | Discreto |
| 59 | bermudas/dia | 1 | Discreto |
| 60 | calcinhas/dia | 1 | Discreto |
| 61 | esfihas/dia | 1 | Discreto |
| 62 | caldas de picolé/dia | 1 | Contínuo |
| 63 | bolos/dia | 1 | Discreto |
| 64 | camas/dia | 1 | Discreto |
| 65 | sapatilhas/dia | 1 | Discreto |
| 66 | cambão/dia | 1 | Discreto |
| 67 | <i>spider</i> /dia | 1 | Contínuo |
| 68 | masseiras/dia | 1 | Discreto |
| 69 | <i>box</i> /dia | 1 | Discreto |
| 70 | assentos/dia | 1 | Discreto |
| 71 | veículos diagnosticados/dia | 1 | Discreto |
| 72 | carregamentos/dia | 1 | Discreto |
| 73 | eixos/dia | 1 | Discreto |
| 74 | carrinhos/dia | 1 | Discreto |
| 75 | portões/dia | 1 | Discreto |
| 76 | montagem/dia | 1 | Contínuo |
| 77 | escadas/dia | 1 | Discreto |
| 78 | carteiras/dia | 1 | Discreto |
| 79 | esquadrias/dia | 1 | Discreto |
| 80 | babadores/dia | 1 | Discreto |
| 81 | estufas/dia | 1 | Discreto |
| 82 | chassis/dia | 1 | Discreto |
| 83 | bonés/dia | 1 | Discreto |
| 84 | colchões/dia | 1 | Discreto |

| | | | |
|--------------------|---------------------------|------------|----------|
| 85 | salgados/dia | 1 | Discreto |
| 86 | baguetes/dia | 1 | Discreto |
| 87 | serviços/dia | 1 | Contínuo |
| 88 | pallets/dia | 1 | Discreto |
| 89 | soldagens/dia | 1 | Discreto |
| 90 | bandejas/dia | 1 | Discreto |
| 91 | subconjuntos/dia | 1 | Discreto |
| 92 | peças/bancada/dia | 1 | Discreto |
| 93 | tonéis/dia | 1 | Discreto |
| 94 | desperdício/dia | 1 | Contínuo |
| 95 | garrações/dia | 1 | Discreto |
| 96 | quilogramas de perdas/dia | 1 | Contínuo |
| 97 | grades/dia | 1 | Discreto |
| 98 | pessoa/dia | 1 | Contínuo |
| 99 | vestidos/dia | 1 | Discreto |
| 100 | barras de chocolate/dia | 1 | Discreto |
| 101 | placas/dia | 1 | Discreto |
| Total Geral | | 877 | |

Fonte: A autora (2020).

Como se vê, a Tabela 8 apresenta numeradores com produtos discretos e contínuos, duas classificações usadas para a seleção da amostra com a unidade de produtividade final.

6. Selecionar o grupo de empresas final

A Tabela 8 mostra que foram encontradas 101 formas de expressar produtividade no Programa B+P. Nela estão reunidos 84 numeradores referentes a produtos discretos e 17 numeradores referentes a produtos contínuos. Foi atribuída a nomenclatura “unidades” para os produtos discretos, sendo estes os que interessam para a extração do grupo de empresas com unidade de produtividade padronizada.

A Tabela 9 apresenta todos os 84 numeradores relativos a produtos discretos que receberam a denominação genérica de “unidades”. Como se vê, há um grupo de 744 empresas (atendimentos) com produtividade padronizada, expressa em “unidades”/dia.

Tabela 9 - Relação dos 84 numeradores classificados como “unidades”

| | Numerador Discreto | Nº empresas | | Numerador Discreto | Nº empresas |
|----|-------------------------------|--------------------|----|--------------------------------|--------------------|
| 1 | peças/dia | 433 | 42 | portões/dia | 1 |
| 2 | unidades/dia | 52 | 43 | formas/dia | 1 |
| 3 | pares/dia | 35 | 44 | calcinhas/dia | 1 |
| 4 | produtos/dia | 22 | 45 | frascos/dia | 1 |
| 5 | caixas/dia | 18 | 46 | estufas/dia | 1 |
| 6 | pacotes/dia | 14 | 47 | aerador/dia | 1 |
| 7 | conjuntos/dia | 12 | 48 | barras de chocolate/dia | 1 |
| 8 | pães/dia | 8 | 49 | garrações/dia | 1 |
| 9 | cadeiras/dia | 7 | 50 | armário/dia | 1 |
| 10 | fardos/dia | 7 | 51 | grades/dia | 1 |
| 11 | máquinas/dia | 6 | 52 | esquadrias/dia | 1 |
| 12 | sacos/dia | 6 | 53 | impulsores/dia | 1 |
| 13 | dúzias/dia | 6 | 54 | sapatilhas/dia | 1 |
| 14 | cortes/dia | 5 | 55 | carteiras/dia | 1 |
| 15 | camisas/dia | 5 | 56 | tamos/dia | 1 |
| 16 | chapas/dia | 5 | 57 | babadores/dia | 1 |
| 17 | lotes/dia | 5 | 58 | veículos diagnosticados/dia | 1 |
| 18 | sofás/dia | 4 | 59 | chassis/dia | 1 |
| 19 | garrafas/dia | 4 | 60 | Placas/dia | 1 |
| 20 | portas/dia | 3 | 61 | bolos/dia | 1 |
| 21 | projetos/dia | 3 | 62 | eixos/dia | 1 |
| 22 | potes/dia | 3 | 63 | bonés/dia | 1 |
| 23 | moldes/dia | 3 | 64 | carregamentos/dia | 1 |
| 24 | refeições/dia | 3 | 65 | masseiras/dia | 1 |
| 25 | poltronas/dia | 3 | 66 | enfestos/dia | 1 |
| 26 | painel/dia | 3 | 67 | assentos/dia | 1 |
| 27 | receitas/dia | 2 | 68 | esfihas/dia | 1 |
| 28 | kits/dia | 2 | 69 | Colchões/dia | 1 |
| 29 | rolos/dia | 2 | 70 | estofados/dia | 1 |
| 30 | tortas/dia | 2 | 71 | box/dia | 1 |
| 31 | quadros/dia | 2 | 72 | salgados/dia | 1 |
| 32 | folhas/dia | 2 | 73 | cabeças/dia | 1 |
| 33 | embalagens/dia | 2 | 74 | camas/dia | 1 |
| 34 | janelas/dia | 2 | 75 | baguetes/dia | 1 |
| 35 | jogos/dia | 2 | 76 | subconjuntos/dia | 1 |
| 36 | picolés/dia | 2 | 77 | pallets/dia | 1 |
| 37 | mesas/dia | 2 | 78 | tonéis/dia | 1 |
| 38 | escadas/dia | 1 | 79 | cabeçotes/dia | 1 |
| 39 | bermudas/dia | 1 | 80 | cambão/dia | 1 |
| 40 | soldagens/dia | 1 | | | |
| 41 | carrinhos/dia | 1 | | | |

| Numerador Discreto | | Nº empresas | Numerador Discreto | | Nº empresas |
|--------------------|-------------------|-------------|--------------------|--------------|-------------|
| 81 | peças/bancada/dia | 1 | 84 | bandejas/dia | 1 |
| 82 | vestidos/dia | 1 | Total Geral | | 744 |
| 83 | anéis/dia | 1 | | | |

Fonte: A autora (2020).

4.5 ETAPA 04 – ANALISAR A QUANTIDADE DE FERRAMENTAS DE MANUFATURA ENXUTA UTILIZADAS

Na Etapa 04 – “Analisar a quantidade de ferramentas de manufatura enxuta utilizadas”, investigou-se, dentro da amostra de 744 empresas com produtividade padronizada, quais ferramentas de manufatura enxuta foram utilizadas durante a consultoria realizada em cada empresa.

O objetivo, com a iterativa diminuição do número amostral de empresas atendidas usando determinados filtros de padronização, era realizar a extração de uma amostra de estudo final com as seguintes características: (a) produzindo produtos discretos; (b) com a mesma unidade padronizada de medida para a produtividade, ou seja, unidades/dia; e (c) utilizando uma mesma quantidade de ferramentas de manufatura enxuta na intervenção do Programa B+P. Esta última exigência foi uma tentativa de equalizar o esforço da intervenção, a fim de que se pudesse avaliar, com mais acuidade, os impactos das ferramentas.

A Tabela 10 mostra as quantidades de ferramentas nos atendimentos, podendo-se verificar que a utilização de 3 ferramentas foi a de maior recorrência, uma vez que a orientação da consultoria era utilizar pelo menos 3.

Tabela 10 – Relação da quantidade de ferramentas utilizadas nos atendimentos

| QUANTIDADE DE FERRAMENTAS | QUANTIDADE DE ATENDIMENTOS |
|---------------------------|----------------------------|
| 2 FERRAMENTAS | 2 |
| 3 FERRAMENTAS | 530 |
| 4 FERRAMENTAS | 188 |
| 5 FERRAMENTAS | 21 |
| 6 FERRAMENTAS | 3 |
| Total | 744 |

Fonte: A autora (2020).

4.6 ETAPA 05 – SELECIONAR A AMOSTRA FINAL

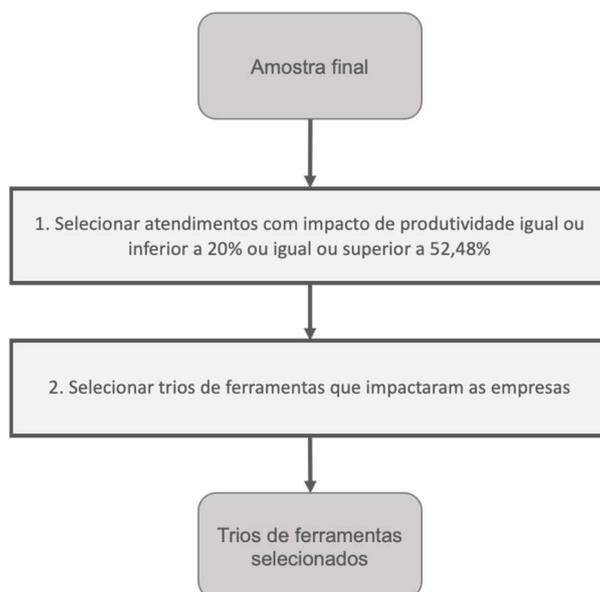
A partir da Tabela 10, foi extraída a amostra final do estudo, com as 530 empresas que receberam intervenção com 3 ferramentas. Em síntese, a amostra final do estudo foi constituída por 530 empresas de produção de produtos discretos, com produtividades aferidas em “unidades”/dia, e que receberam a intervenção de 3 tipos de ferramentas de manufatura enxuta na consultoria promovida pelo Programa B+P.

4.7 ETAPA 06 – IDENTIFICAR AS FERRAMENTAS E CARACTERIZAR AS EMPRESAS QUE OBTIVERAM IMPACTOS MAIS E MENOS EXPRESSIVOS

i. Identificação das ferramentas que promoveram impactos expressivos

Para a identificação das ferramentas que promoveram impactos mais expressivos, foi utilizada a amostra final determinada na Etapa 05, com 530 empresas. Foram seguidos os passos da Figura 15.

Figura 15 – Sistemática para a identificação dos trios de ferramentas que promoveram impactos mais expressivos



Fonte: A autora (2020).

Selecionar atendimentos com aumento de produtividade igual ou inferior a 20% ou igual ou superior à média da amostra (52,48%)

O valor de aumento de produtividade igual ou inferior a 20% foi definido como expressivo (ou seja, expressivamente pequeno) para os fins deste estudo, pois a meta do programa era atingir, pelo menos, 20% na expansão da produtividade das empresas atendidas. Então, atendimentos que alcançaram apenas 20% ou não conseguiram alcançar essa meta foram considerados de interesse para a avaliação do programa. Por outro lado, o valor de aumento de produtividade igual ou superior ao aumento médio de produtividade da amostra (52,48%) foi considerado igualmente expressivo (expressivamente grande). Relembre-se que o aumento médio de produtividade calculado para o programa global (3.000 empresas atendidas) foi de 52,11%. Observe-se que este valor é bem próximo do aumento médio de produtividade da amostra de 530 empresas do estudo. Assim, a amostra do estudo recebeu dois cortes de interesse: (a) o das empresas cujos aumentos de produtividade estiveram iguais ou inferiores à meta mínima do programa (20%); e (b) o das empresas cujos aumentos de produtividade apresentaram-se iguais ou superiores à média de aumentos da amostra de estudo (52,48%).

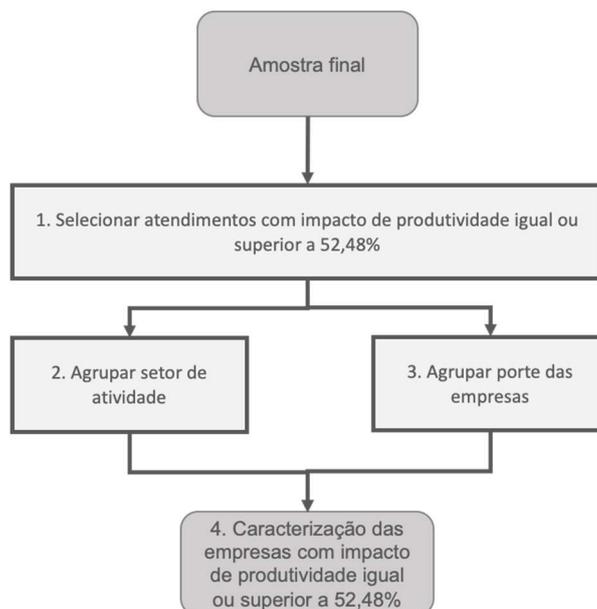
Selecionar trios de ferramentas que impactaram as empresas

Após a seleção dos atendimentos com impacto inferior e superior definidos no estudo, foram selecionados e agrupados os trios de ferramentas de manufatura enxuta empregados nas consultorias, a fim de associá-los com os mencionados impactos em produtividade. Foram identificados 12 diferentes trios de ferramentas empregados, formados com as 7 ferramentas utilizadas nas consultorias.

ii. Caracterização do perfil das empresas que obtiveram melhores resultados de produtividade

Para caracterizar o perfil das empresas que obtiveram os melhores resultados (aumento de produtividade maior ou igual a 52,48%) foram seguidos os passos da Figura 16.

Figura 16 - Sistemática para a identificação empresas que tiveram impactos mais expressivos



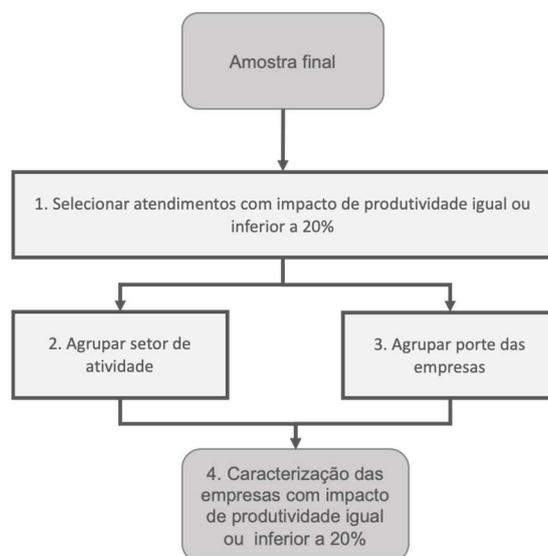
Fonte: A autora (2020).

Foram encontradas 145 empresas que tiveram os atendimentos com aumento de produtividade igual ou acima de 52,48%, um dos critérios de expressividade definidos na pesquisa. Para esse grupo de empresas foi analisado primeiramente o setor de atividade da empresa e o porte da empresa. Após o agrupamento e seleção dos trios de ferramentas utilizados, foi feita caracterização do perfil das empresas, utilizando-se os documentos das consultorias. Os seguintes dados/informações foram coletados: estado da federação onde está a empresa; empresa exportadora/não exportadora; tipo de produto que a empresa produzia; tipo de sistema produtivo; tipo de arranjo físico industrial; tipo de produção; variedade de produção; tecnologia de produção; natureza do produto; e tipo de mercado. Foram coletadas, ainda, informações sobre a existência de gestão visual, de planejamento de produção e de trabalho padronizado. No Apêndice 2 encontram-se as fontes desse conjunto de dados e informações coletados.

iii. *Caracterização do perfil de empresas que obtiveram piores resultados de produtividade*

Para caracterizar o perfil das empresas que obtiveram os piores resultados (aumento de produtividade menor ou igual a 20%) foram seguidos os passos da Figura 167.

Figura 17 - Sistemática para a identificação de empresas que tiveram impactos mais expressivos



Fonte: A autora (2020).

Foram encontradas 27 empresas que tiveram os atendimentos com aumento de produtividade igual ou abaixo de 20%, um dos critérios de expressividade definidos na pesquisa.

Para esse grupo de empresas (piores resultados) foram adotados os mesmos critérios de caracterização descritos acima para as empresas com os melhores resultados em produtividade. O Apêndice 2 mostra as fontes desse conjunto de dados e informações coletados para as 27 empresas com os piores resultados em produtividade.

O próximo capítulo deste trabalho traz os resultados e as discussões do estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados da coleta de dados e a análise e discussão dos pontos fortes e das oportunidades de melhorias do Programa B+P.

5.1 A AMOSTRA DA PESQUISA

A amostra final da pesquisa contou com 530 atendimentos a empresas de 24 estados brasileiros diferentes (Tabela 11). O programa atendeu prioritariamente pequenas e médias empresas, embora tenha havido, também, atendimentos a empresas de portes micro e grande.

Tabela 11 – Estados com atendimentos na amostra final

| Estado | Quantidade de Atendimentos |
|---------------------|-----------------------------------|
| ALAGOAS | 7 |
| AMAZONAS | 13 |
| BAHIA | 35 |
| CEARÁ | 1 |
| DISTRITO FEDERAL | 3 |
| ESPÍRITO SANTO | 7 |
| GOIAS | 55 |
| MARANHÃO | 9 |
| MATO GROSSO | 27 |
| MATO GROSSO DO SUL | 4 |
| MINAS GERAIS | 69 |
| PARAIBA | 12 |
| PARANÁ | 28 |
| PERNAMBUCO | 26 |
| PIAUÍ | 9 |
| RIO DE JANEIRO | 26 |
| RIO GRANDE DO NORTE | 16 |
| RIO GRANDE DO SUL | 71 |
| RONDÔNIA | 2 |
| RORAIMA | 3 |
| SANTA CATARINA | 71 |
| SÃO PAULO | 30 |
| SERGIPE | 2 |
| TOCANTINS | 4 |
| TOTAL | 530 |

Fonte: A autora (2020).

Dentro da amostra final, a distribuição por tamanho de empresa é apresentada na Tabela 12 e a distribuição por setor é apresentada na Tabela 13.

Tabela 12 – Distribuição de portes na amostra final

| Porte | Quantidade de empresas | % |
|--------------------|-------------------------------|------------|
| Grande | 11 | 2,1 |
| Médio | 175 | 33 |
| Pequeno | 329 | 62,1 |
| Micro | 15 | 2,8 |
| Total Geral | 530 | 100 |

Fonte: A autora (2020).

Tabela 13 - Distribuição por setor produtivo na amostra final

| Setor | Quantidade de empresas | % |
|----------------------|-------------------------------|------------|
| Alimentos e Bebidas | 90 | 16,98 |
| Metalmeccânica | 98 | 18,49 |
| Moveleiro | 107 | 20,19 |
| Vestuário e Calçados | 235 | 44,34 |
| Total Geral | 530 | 100 |

Fonte: A autora (2020).

Da amostra final de empresas da pesquisa (530 empresas) foram separados os dois estratos de atendimentos que resultaram em impacto expressivo de produtividade (para mais e para menos), bem como as ferramentas de manufatura enxuta utilizadas nesses estratos. Para a caracterização dessas empresas, as mesmas foram identificadas por porte e setor produtivo.

Como resultado da mencionada estratificação, foram extraídos, da amostra final de 530 empresas, dois subconjuntos de interesse: (i) as 27 empresas que tiveram aumento de produtividade igual ou inferior a 20%, que é a meta mínima do Programa B+P ; e (ii) as 145 empresas que tiveram aumento de produtividade igual ou superior a 52,48%, que é o aumento médio de produtividade da amostra final.

A fim de atender aos objetivos específicos desta investigação, nas três seções que se seguem serão apresentados os seguintes resultados: as ferramentas de manufatura enxuta utilizadas nos dois estratos de interesse da pesquisa; a caracterização das empresas que apresentaram os maiores aumentos de produtividade;

e a caracterização das empresas que apresentaram os menores aumentos de produtividade.

5.2 IDENTIFICAÇÃO DAS FERRAMENTAS COM MAIORES IMPACTOS NOS ESTRATOS DE EMPRESAS DE INTERESSE DA PESQUISA

Foram empregados 12 trios de ferramentas de manufatura enxuta no conjunto dos dois estratos de empresas (172 empresas). Esses 12 trios resultaram em aumento de produtividade, respectivamente, igual ou inferior a 20% ou igual ou superior a 52,48%, conforme se vê na Tabela 14. Como o MFV era uma ferramenta obrigatória, ela aparece em todos os 12 trios da tabela. Os trios eram definidos por cada consultor, conforme a necessidade da empresa. Os referidos trios de ferramentas empregados foram: **[trio 01]** (MFV), (FC), (5S); **[trio 02]** (MFV), (FC), (PP); **[trio 03]** (MFV), (FC), (QF); **[trio 04]** (MFV), (FC), (TP); **[trio 05]** (MFV), (PP), (5S); **[trio 06]** (MFV), (QF); (5S); **[trio 07]** (MFV), (TP), (5S); **[trio 08]** (MFV), (TRF), (5S); **[trio 09]** (MFV), (TRF), (TP); **[trio 10]** (MFV), (TRF), (FC); **[trio 11]** (MFV), (TP), (PP); **[trio 12]** (MFV), (TP); (QF).

Tabela 14 – Trios de ferramentas que apresentaram resultados de interesse

| Trio | Trio de Ferramentas de Manufatura Enxuta | Impacto | Nº Empresas |
|---------|--|----------|-------------|
| TRIO 01 | MFV,FC,5S | ≤20% | 5 |
| | | ≥ 52,48% | 39 |
| TRIO 02 | MFV,FC,PP | ≤20% | 4 |
| | | ≥ 52,48% | 6 |
| TRIO 03 | MFV,FC,QF | ≤20% | 1 |
| | | ≥ 52,48% | 5 |
| TRIO 04 | MFV,FC,TP | ≤20% | 3 |
| | | ≥ 52,48% | 35 |
| TRIO 05 | MFV,PP,5S | ≤20% | 1 |
| | | ≥ 52,48% | 3 |
| TRIO 06 | MFV,QF,5S | ≥ 52,48% | 8 |
| | | ≤20% | 9 |
| TRIO 07 | MFV,TP,5S | ≥ 52,48% | 29 |
| | | ≤20% | 1 |
| TRIO 08 | MFV,TRF,5S | ≥ 52,48% | 8 |
| | | ≤20% | 1 |
| TRIO 09 | MFV,TRF,TP | ≤20% | 1 |
| | | ≥ 52,48% | 8 |

| Trio | Trio de Ferramentas de Manufatura Enxuta | Impacto | N° Empresas |
|---------|--|--------------|-------------|
| TRIO 10 | MFV,TRF,FC | ≤20% | 1 |
| | | ≥ 52,48% | 2 |
| TRIO 11 | MFV,TP,PP | ≥ 52,48% | 1 |
| | | ≤20% | 1 |
| TRIO 12 | MFV,TP,QF | ≥ 52,48% | 1 |
| | | Total | 172 |

Fonte: A autora (2020).

A Tabela 15 utiliza os dados da Tabela 14 para explicitar os impactos provocados por cada trio de ferramentas de manufatura enxuta sobre empresas pertencentes a cada estrato de interesse da pesquisa. Esse impacto está expresso na coluna de aumento médio de produtividade das referidas empresas. A tabela 15 mostra, também, a distribuição dessas empresas por setor produtivo.

Tabela 15 – Impactos de interesse em produtividade relacionados aos trios de ferramentas utilizados

| Trio | Trio de Ferramentas de Manufatura Enxuta | Estrato | N° Empresas | Produtividade Média | N° Empresas por Setor | | | |
|---------|--|----------|-------------|---------------------|-----------------------|----|-----|-----|
| | | | | | A&B | MM | MOV | V&C |
| TRIO 01 | MFV,FC,5S | ≤20% | 5 | 16% | 3 | 1 | | 1 |
| | | ≥ 52,48% | 39 | 108% | | 3 | 5 | 31 |
| TRIO 02 | MFV,FC,PP | ≤20% | 4 | 20% | | | | 4 |
| | | ≥ 52,48% | 6 | 149% | 1 | | 1 | 4 |
| TRIO 03 | MFV,FC,QF | ≤20% | 1 | 20% | | 1 | | |
| | | ≥ 52,48% | 5 | 127% | 1 | | 1 | 3 |
| TRIO 04 | MFV,FC,TP | ≤20% | 3 | 20% | | | | 3 |
| | | ≥ 52,48% | 35 | 84% | 5 | 6 | 4 | 20 |
| TRIO 05 | MFV,PP,5S | ≤20% | 1 | 20% | | 1 | | |
| | | ≥ 52,48% | 3 | 89% | | 1 | 1 | 1 |
| TRIO 06 | MFV,QF,5S | ≥ 52,48% | 8 | 104% | | 1 | | 7 |
| TRIO 07 | MFV,TP,5S | ≤20% | 9 | 18% | 5 | 1 | 2 | 1 |
| | | ≥ 52,48% | 29 | 126% | 3 | 11 | 10 | 5 |
| TRIO 08 | MFV,TRF,5S | ≤20% | 1 | 20% | | 1 | | |

| Trio | Trio de Ferramentas de Manufatura Enxuta | Estrato | N° Empresas | Produtividade Média | N° Empresas por Setor | | | |
|---------|--|--------------|-------------|---------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | | A&B | MM | MOV | V&C |
| | | ≥ 52,48% | 8 | 140% | 1 | 1 | 6 | |
| TRIO 09 | MFV,TRF,TP | ≤20% | 1 | 20% | 1 | | | |
| | | ≥ 52,48% | 8 | 111% | 2 | 3 | 3 | |
| TRIO 10 | MFV,TRF,FC | ≤20% | 1 | 20% | | | | 1 |
| | | ≥ 52,48% | 2 | 56% | 1 | | | 1 |
| TRIO 11 | MFV,TP,PP | ≥ 52,48% | 1 | 67% | 1 | | | |
| TRIO 12 | MFV,TP,QF | ≤20% | 1 | 8% | | | | 1 |
| | | ≥ 52,48% | 1 | 145% | | 1 | | |
| | | Total | 172 | | 24 | 32 | 33 | 83 |

Fonte: A autora (2020).

Percebe-se, pela Tabela 15, que os trios 1, 4 e 7 destacam-se sobre os demais, por estarem associados com expressivos aumentos médios de produtividade em certos subgrupos maiores de empresas, conforme se destaca a seguir.

TRIO 1 – MFV, FC, 5S

O trio 1 promoveu 108% de aumento médio de produtividade em 39 empresas. Destas, 31 empresas pertenciam ao setor de vestuário e calçados. Por outro lado, este trio é responsável por um baixo aumento médio de produtividade (16%) em 5 empresas, sendo 3 delas em alimentos e bebidas.

TRIO 4 – MFV, FC, TP

O trio 4 promoveu 84% de aumento médio de produtividade em 35 empresas, das quais 20 pertenciam ao setor de vestuário e calçados.

TRIO 7 – MFV, TP, 5S

O trio 7 promoveu 126% de aumento médio de produtividade em 29 empresas, sendo 10 delas do setor moveleiro e 11 do setor metalmecânico. Por outro lado, o trio 7 é responsável por um baixo aumento médio de produtividade (18%) em 9 empresas, sendo 5 delas pertencentes ao setor de alimentos e bebidas.

Esses resultados conduzem a uma reflexão sobre a seleção das ferramentas de manufatura enxuta que promovem os mais expressivos impactos em produtividade (para mais ou para menos), em associação com os respectivos setores produtivos a que pertencem as empresas impactadas e levando em conta as características das próprias empresas. Com isso, busca-se identificar que tipos de ferramentas mais se adequam a determinados tipos de empresas, e que tipos menos se adequam. Essa parece ser uma questão central para a efetividade de um programa de melhoria de produtividade com o uso de ferramentas de manufatura enxuta. As duas seções que se seguem têm essa intenção.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS QUE OBTIVERAM OS MAIORES AUMENTOS DE PRODUTIVIDADE

A seguir são apresentados os perfis das empresas que obtiveram os maiores aumentos de produtividade. Foi feita a caracterização desse estrato de 145 empresas por porte e setor produtivo, e sua associação com as ferramentas de manufatura enxuta utilizadas (ver Tabela 16).

A Tabela 17 é uma consolidação de dados da Tabela 16, mostrando a distribuição das 145 empresas do estrato com os maiores aumentos de produtividade, por porte e setor produtivo.

Tabela 16 – Maiores aumentos de produtividade relacionados aos trios de ferramentas utilizados, por porte e setor produtivo

| Impacto | Trio | Ferramenta | Porte | N° Empresas por Setor | | | | Produtividade Média por Setor | | | | N° Empresas | Produtividade Média Total | |
|-----------------------------------|---------|-------------|---------|-----------------------|----|-----|-----|-------------------------------|------|------|-----------|-------------|---------------------------|------|
| | | | | A&B | MM | MOV | V&C | A&B | MM | MOV | V&C | | | |
| ≥ 52,48% | TRIO 01 | MFV,FC,5S | | | 3 | 5 | 31 | | 64% | 99% | 114% | 39 | 108% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,FC,5S | Médio | | 1 | 1 | 2 | | 56% | 233% | 138% | 4 | 141% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,FC,5S | Micro | | | | 1 | 1 | | | 60% | 173% | 2 | 117% |
| ≥ 52,48% | | MFV,FC,5S | Pequeno | | | 2 | 3 | 28 | | 68% | 67% | 110% | 33 | 104% |
| ≥ 52,48% | TRIO 02 | MFV,FC,PP, | | 1 | | 1 | 4 | 115% | | 57% | 180% | 6 | 149% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,FC,PP, | Grande | | | | 1 | | | 57% | | 1 | 57% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,FC,PP, | Médio | 1 | | | | 2 | 115% | | 103% | 3 | 107% | |
| ≥ 52,48% | TRIO 03 | MFV,FC,PP, | Pequeno | | | | 2 | | | | 256% | 2 | 256% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,FC,QF, | | 1 | | 1 | 3 | 54% | | 385% | 65% | 5 | 127% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,FC,QF, | Médio | | | | | 1 | | | 57% | 1 | 57% | |
| ≥ 52,48% | TRIO 04 | MFV,FC,QF, | Pequeno | 1 | | 1 | 2 | 54% | | 385% | 69% | 4 | 144% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,FC,TP, | | 5 | 6 | 4 | 20 | 78% | 112% | 89% | 76% | 35 | 84% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,FC,TP, | Médio | 2 | 3 | 1 | 4 | 91% | 124% | 101% | 64% | 10 | 91% | |
| ≥ 52,48% | TRIO 05 | MFV,FC,TP, | Micro | 1 | | | 1 | 58% | | | 100% | 2 | 79% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,FC,TP, | Pequeno | 2 | 3 | 3 | 15 | 75% | 99% | 84% | 78% | 23 | 81% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,PP,5S | | | 1 | 1 | 1 | | 65% | 75% | 127% | 3 | 89% | |
| ≥ 52,48% | TRIO 06 | MFV,PP,5S | Pequeno | | 1 | 1 | 1 | | 65% | 75% | 127% | 3 | 89% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,QF,5S | | | 1 | | 7 | | 100% | | 104% | 8 | 104% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,QF,5S | Médio | | 1 | | 1 | | 100% | | 67% | 2 | 83% | |
| ≥ 52,48% | TRIO 07 | MFV,QF,5S | Pequeno | | | | 6 | | | | 111% | 6 | 111% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,TP,5S | | 3 | 11 | 10 | 5 | 132% | 156% | 114% | 83% | 29 | 126% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,TP,5S | Médio | | 7 | 1 | | | 153% | 123% | | 8 | 149% | |
| ≥ 52,48% | TRIO 08 | MFV,TP,5S | Micro | | | 1 | 1 | | | 200% | 56% | 2 | 128% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,TP,5S | Pequeno | 3 | 4 | 8 | 4 | 132% | 161% | 102% | 89% | 19 | 116% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,TRF,5S | | 1 | 1 | 6 | | 67% | 100% | 159% | | 8 | 140% | |
| ≥ 52,48% | TRIO 09 | MFV,TRF,5S | Médio | | | 1 | | | | 173% | | 1 | 173% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,TRF,5S | Micro | | | 1 | | | | 56% | | 1 | 56% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,TRF,5S | Pequeno | 1 | 1 | 4 | | 67% | 100% | 181% | | 6 | 148% | |
| ≥ 52,48% | TRIO 10 | MFV,TRF,TP, | | 2 | 3 | 3 | | 167% | 66% | 119% | | 8 | 111% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,TRF,TP, | Médio | 1 | 3 | 1 | | 282% | 66% | 138% | | 5 | 124% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,TRF,TP, | Pequeno | 1 | | 2 | | 53% | | 110% | | 3 | 91% | |
| ≥ 52,48% | TRIO 11 | MFV,TRF,FC, | | 1 | | | 1 | 53% | | | 59% | 2 | 56% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,TRF,FC, | Médio | 1 | | | | 53% | | | | 1 | 53% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,TRF,FC, | Pequeno | | | | 1 | | | | 59% | 1 | 59% | |
| ≥ 52,48% | TRIO 12 | MFV,TP,PP, | | 1 | | | | 67% | | | | 1 | 67% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,TP,PP, | Pequeno | 1 | | | | 67% | | | | 1 | 67% | |
| ≥ 52,48% | TRIO 12 | MFV,TP,QF, | | | 1 | | | | 145% | | | 1 | 145% | |
| ≥ 52,48% | | MFV,TP,QF, | Médio | | 1 | | | | 145% | | | 1 | 145% | |
| Tamanho do estrato (n) | | | | | | | | | | | 145 | | | |
| Média de Produtividade do estrato | | | | | | | | | | | 108,80% | | | |
| Desvio Padrão | | | | | | | | | | | 51,94 (%) | | | |

Fonte: A autora (2020).

Tabela 17 – Distribuição das empresas do estrato com os maiores aumentos de produtividade, por porte e setor produtivo

| Porte | Setor | N° de Empresas | | | | Total |
|-------|-------------|----------------|----|-----|-----|-------|
| | | A&B | MM | MOV | V&C | |
| | Micro | 1 | | 3 | 3 | 7 |
| | Pequeno | 9 | 11 | 22 | 59 | 101 |
| | Médio | 5 | 16 | 5 | 10 | 36 |
| | Grande | | | 1 | | 1 |
| | Total Setor | 15 | 27 | 31 | 72 | 145 |

Fonte: A autora (2020).

i. Porte

Quanto ao porte, pela Tabela 17 é possível identificar que as pequenas empresas possuem a maior representatividade no estrato de maiores aumentos de produtividade, com 101 empresas, seguidas de empresas de médio porte, com 36 empresas. Ao analisar os trios de ferramentas 1, 4 e 7 (Tabela 16), que são os trios com maior interesse pelo impacto e pela representatividade, aponta-se: **[trio 1]** as pequenas empresas compõe a maior parte das 39 empresas, com 33 empresas de pequeno porte; **[trio 4]** as pequenas empresas compõe a maior parte das 35 empresas, com 23 empresas; **[trio 7]** as pequenas empresas compõe a maior parte das 29 empresas, com 19 empresas.

ii. Setor Produtivo

Quanto ao setor produtivo, pela Tabela 17 é possível identificar que o setor de vestuário e calçados possui a maior representatividade no estrato de maiores aumentos de produtividade, com 72 empresas, seguido pelo setor moveleiro com 31 empresas, e pelo setor metalmeccânico, com 27 empresas. Ao analisar os trios de ferramentas 1, 4 e 7 (Tabela 16), que são os trios com maior interesse pelo impacto e pela representatividade, aponta-se: **[trio 1]** as empresas do setor de vestuário e calçados compõem a maior parte das 39 empresas que aplicaram o trio, com 31 empresas, sendo 28 de pequeno porte; **[trio 4]** as empresas do setor de vestuário e calçados compõem a maior parte das 35 empresas, com 20 empresas, sendo 15 de pequeno porte; **[trio 7]** as empresas dos setores metalmeccânico e moveleiro representam a maior parte da amostra, com 11 e 10 empresas, respectivamente. Observe-se que, das 11 empresas do setor metalmeccânico, 7 eram de médio porte.

Em uma primeira síntese, os maiores aumentos de produtividade ocorreram nas quatro seguintes situações:

- a) Ferramentas do Trio 1 (MFV, FC e 5S) atuando em empresas de pequeno porte, do setor de vestuário e calçados;
- b) Ferramentas do Trio 4 (MFV, FC e TP) igualmente atuando em empresas de pequeno porte, do setor de vestuário e calçados;

- c) Ferramentas do Trio 7 (MFV, TP e 5S) atuando em empresas de porte médio do setor metalmeccânico; e
- d) Ferramentas do Trio 7 (MFV, TP e 5S) também atuando em empresas de pequeno porte do setor moveleiro.

A seguir, faz-se uma caracterização dos aspectos operacionais mais destacados das empresas das quatro situações acima verificadas, utilizando-se as orientações do Apêndice B.

- iii. Caracterização operacional das empresas com os maiores aumentos de produtividade

A Tabela 18 mostra características operacionais das 28 empresas de vestuário e calçados de pequeno porte que aplicaram as ferramentas MFV, FC e 5S. Essas empresas tiveram um aumento médio de produtividade de 110%. O perfil predominante dessas empresas aponta para o atendimento ao mercado local, com produção em lotes, utilizando arranjo físico funcional, produção empurrada, baixa tecnologia de integração, sem gestão visual e sem padronização.

Tabela 18 - Caracterização operacional das 28 empresas de vestuário e calçados de pequeno porte que aplicaram as ferramentas MFV, FC e 5S e obtiveram os maiores aumentos de produtividade

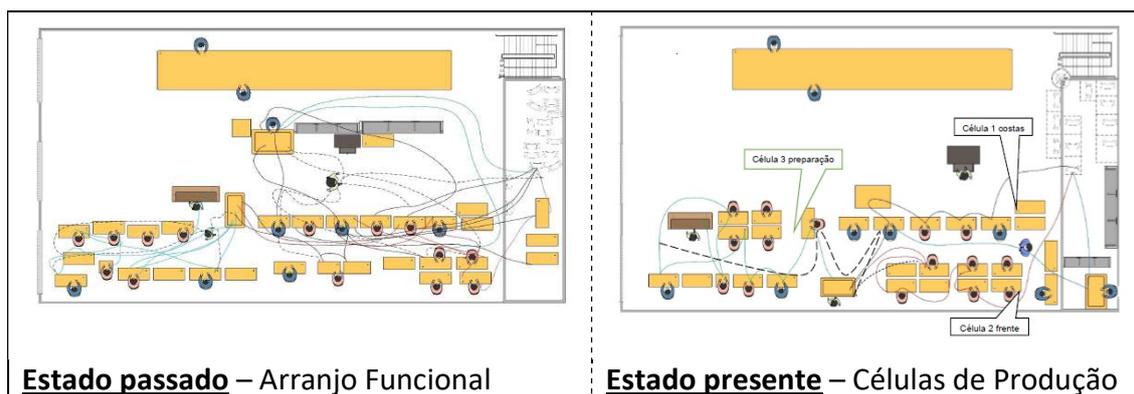
| | |
|--|---|
| Trio | [trio 01] MFV, FC, 5S |
| Sector | Vestuário e Calçados, Pequeno Porte |
| Gestão visual | 22 empresas não possuíam gestão visual na sua produção. |
| Perfil exportador | 28 empresas não eram exportadoras. |
| Planejamento de produção | 14 empresas tinham PCP e os outros 50% não tinham PCP implantado. |
| Trabalho Padronizado | 26 empresas não tinham trabalho padronizado na produção. |
| Tipo de produto | 27 empresas tinham produção de produto padronizado. |
| Tipo de sistema produtivo | 23 empresas tinham produção em lotes ou bateladas. |
| Tipo de arranjo físico industrial | 25 empresas com arranjo físico funcional (por processo). |
| Tipo de produção | 26 empresas com produção empurrada. |

| | |
|-------------------------------|---|
| Trio | [trio 01] MFV, FC, 5S |
| Sector | Vestuário e Calçados, Pequeno Porte |
| Variedade de produção | 25 empresas com produção acima de 10 itens. |
| Tecnologia de produção | 28 empresas com baixa tecnologia de produção ou sem a existência de integração de equipamentos. |
| Natureza do produto | 18 empresas possuíam produtos com média complexidade ou entre 11 e 20 componentes eram utilizados no produto produzido. |
| Tipo de mercado | 23 empresas produziam para mercado de consumo final – segmento de mercado particular. |

Fonte: A autora (2020).

No estudo documental, foi observado que as empresas de vestuário e calçados que aplicaram as ferramentas de manufatura enxuta MFV, FC e 5S possuíam seu layout funcional desorganizado, o que ocasionava desperdício excessivo de transporte. Por isso a necessidade de aplicar a ferramenta de fluxo contínuo e 5S. A título de exemplo, a Figura 18 apresenta o “estado presente” (antes da aplicação do fluxo contínuo) e o “estado futuro” (após a aplicação do fluxo contínuo), em uma empresa em que foi alcançado um incremento de produtividade de 178%.

Figura 18 – Estados passado e presente de uma empresa que aplicou a ferramenta fluxo contínuo e implantou células de produção



Fonte: Relatório de atendimento da empresa ID30780.

A Tabela 19 apresenta características operacionais das 15 empresas de vestuário e calçados de pequeno porte que aplicaram as ferramentas MFV, FC e TP. Essas empresas obtiveram um aumento médio de produtividade de 78%. O perfil

predominante desse grupo é descrito por produção em lotes, arranjo físico funcional, produção empurrada, baixa tecnologia de integração, sem padronização e produtos que precisavam de padronização. Mesmo operando com tecnologia tradicional, a maioria dessas empresas produz produtos com complexidade média e número relativamente grande de componentes para o tipo de produto.

Tabela 19 - Caracterização operacional das 15 empresas de vestuário e calçados de pequeno porte que aplicaram as ferramentas MFV, FC e TP e obtiveram os maiores aumentos de produtividade

| | |
|--|---|
| Trio | [trio 04] MFV, FC, TP |
| Setor | MFV, FC, TP; Vestuário e Calçados, Pequeno Porte |
| Gestão visual | 09 empresas não possuíam gestão visual na sua produção. |
| Perfil exportador | 12 empresas não eram exportadoras. |
| Planejamento de produção: | 12 empresas tinham PCP. |
| Trabalho Padronizado | 10 empresas não tinham trabalho padronizado na produção. |
| Tipo de produto | 14 empresas tinham produção de produto padronizado. |
| Tipo de sistema produtivo | 14 empresas tinham produção em lotes. |
| Tipo de arranjo físico industrial | 14 empresas com arranjo físico funcional (por processo). |
| Tipo de produção | 15 empresas com produção empurrada. |
| Variedade de produção | 14 empresas com produção acima de 10 itens. |
| Tecnologia de produção | 15 empresas com baixa tecnologia de produção ou sem a existência de integração de equipamentos. |
| Natureza do produto | 13 empresas possuíam produtos com média complexidade ou entre 11 e 20 componentes eram utilizados no produto produzido. |
| Tipo de mercado | 15 empresas produziam para mercado de consumo final – segmento de mercado particular. |

Fonte: A autora (2020).

A Tabela 20 destaca características operacionais das 7 empresas de médio porte do setor metalmeccânico que aplicaram as ferramentas MFV, TP e 5S. Essas empresas alcançaram, com a consultoria, um aumento médio de produtividade de 153%. O perfil predominante desse grupo de empresas mostra que elas tinham planejamento e

controle de produção, possuíam trabalho padronizado de forma total ou parcial nas linhas de produção, mais da metade possuía gestão visual nas linhas de produção, produziam produtos padronizados com variedade razoavelmente alta, com arranjo físico funcional, utilizando produção empurrada em lotes, com produtos de média a alta complexidade e baixa tecnologia de integração.

Tabela 20 - Caracterização operacional das 07 empresas de metalmecânica de médio porte que aplicaram as ferramentas MFV, TP e 5S e obtiveram os maiores aumentos de produtividade

| | |
|--|---|
| Trio | [trio 07] MFV, TP, 5S |
| Setor | Metalmecânica, Médio Porte |
| Gestão visual | 04 empresas possuíam gestão visual na sua produção. |
| Perfil exportador | 5 empresas não eram exportadoras. |
| Planejamento de produção: | 07 empresas tinham PCP. |
| Trabalho Padronizado | 5 empresas tinham trabalho padronizado de forma total ou parcial na produção. |
| Tipo de produto | 06 empresas tinham produção de produto padronizado. |
| Tipo de sistema produtivo | 06 empresas tinham produção em lotes. |
| Tipo de arranjo físico industrial | 05 empresas com arranjo físico funcional (por processo). |
| Tipo de produção | 07 empresas com produção empurrada. |
| Variedade de produção | 06 empresas com produção acima de 10 itens. |
| Tecnologia de produção | 04 empresas com baixa tecnologia de produção ou sem a existência de integração de equipamentos. |
| Natureza do produto | 03 empresas possuíam produtos com alta complexidade ou mais de 21 componentes eram utilizados no produto produzido. |
| Tipo de mercado | 05 empresas produziam para mercado de consumo final – nicho de mercado especial. |

Fonte: A autora (2020).

A Tabela 21 descreve as características das 8 empresas de pequeno porte do setor moveleiro que aplicaram as ferramentas MFV, TP e 5S. Essas empresas obtiveram um aumento médio de produtividade de 102%. O perfil operacional predominante dessas empresas consiste de prática de planejamento e controle de produção, ausência de trabalho padronizado nas áreas de produção, ausência de gestão visual, com arranjo

físico da produção funcional, tinham produção empurrada, utilizando baixa tecnologia sem integração, fabricando produtos individualizados, conforme projeto.

Tabela 21 - Caracterização operacional das 08 empresas do setor moveleiro de pequeno porte que aplicaram as ferramentas MFV, TP e 5S e obtiveram os maiores aumentos de produtividade

| | |
|--|---|
| Trio | [trio 07] MFV, TP, 5S |
| Setor | Moveleiro, Pequeno Porte |
| Gestão visual | 06 empresas não possuíam gestão visual na sua produção. |
| Perfil exportador | 08 empresas não eram exportadoras. |
| Planejamento de produção: | 07 empresas tinham PCP. |
| Trabalho Padronizado | 6 empresas não tinham trabalho padronizado na produção. |
| Tipo de produto | 05 empresas tinham produção de produto individualizado. |
| Tipo de sistema produtivo | 03 empresas tinham produção em lotes ou bateladas e outras 03 empresas tinham produção por projeto. |
| Tipo de arranjo físico industrial | 05 empresas com arranjo físico funcional (por processo). |
| Tipo de produção | 08 empresas com produção empurrada. |
| Variedade de produção | 06 empresas com produção de itens individualizados. |
| Tecnologia de produção | 07 empresas com baixa tecnologia de produção ou sem a existência de integração de equipamentos. |
| Natureza do produto | 04 empresas possuíam produtos com baixa complexidade ou menos de 10 componentes eram utilizados no produto produzido. |
| Tipo de mercado | 07 empresas produziam para mercado de consumo final – segmento de mercado particular. |

Fonte: A autora (2020).

Em uma segunda síntese, tem-se que os maiores aumentos de produtividade ocorreram nas seguintes situações:

a) Mapa de Fluxo de Valor (MFV), Fluxo Contínuo (FC), 5S e Trabalho Padronizado (TP) atuando em empresas de pequeno porte do setor de vestuário e calçados, com arranjo físico funcional, produção empurrada em lotes, com baixa tecnologia de fabricação, inclusive nas empresas do setor que produzem produtos com

complexidade média e número relativamente grande de componentes para o tipo de produto.

b) Mapa de Fluxo de Valor (MFV), Trabalho Padronizado (TP) e 5S atuando em empresas de médio porte do setor metalmeccânico, que têm arranjo físico funcional para produção em lotes com tecnologia tradicional, que praticam planejamento e controle de produção, exercem gestão visual, com trabalho padronizado implantado na sua parcialidade ou totalidade, produzindo produtos padronizados variados, de média a alta complexidade.

c) Mapa de Fluxo de Valor (MFV), Trabalho Padronizado (TP) e 5S atuando em empresas de pequeno porte do setor moveleiro, sem trabalho padronizado, produzindo produtos individualizados mediante projeto.

5.4 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS QUE OBTIVERAM OS MENORES AUMENTOS DE PRODUTIVIDADE

A seguir serão apresentados os perfis das empresas que obtiveram os menores aumentos de produtividade. Foi realizada a caracterização desse estrato de 27 empresas por porte e setor produtivo, e a associação desse baixo aumento de produtividade com as ferramentas de manufatura enxuta utilizadas nas intervenções (ver Tabela 22).

A Tabela 23 é uma consolidação dos dados da Tabela 22, em que é mostrada a distribuição das 27 empresas do estrato com os menores aumentos de produtividade, por porte e setor produtivo.

Tabela 22 - Menores aumentos de produtividade relacionados aos trios de ferramentas utilizados, por porte e setor produtivo

| Impacto | Trio | Ferramenta | Porte | N° Empresas por Setor | | | | Produtividade Média por Setor | | | | N° Empresas | Produtividade Média Total |
|-----------------------------------|---------|-------------|---------|-----------------------|----|-----|-----|-------------------------------|-----|-----|----------|-------------|---------------------------|
| | | | | A&B | MM | MOV | V&C | A&B | MM | MOV | V&C | | |
| ≤20% | TRIO 01 | MFV,FC,SS | | 3 | 1 | | 1 | 14% | 20% | | 20% | 5 | 16% |
| ≤20% | | MFV,FC,SS | Médio | 2 | | | | 11% | | | | 2 | 11% |
| ≤20% | | MFV,FC,SS | Pequeno | 1 | 1 | | 1 | 20% | 20% | | 20% | 3 | 20% |
| ≤20% | TRIO 02 | MFV,FC,PP, | | | | | 4 | | | | 20% | 4 | 20% |
| ≤20% | | MFV,FC,PP, | Médio | | | | 1 | | | | 20% | 1 | 20% |
| ≤20% | | MFV,FC,PP, | Micro | | | | 1 | | | | 20% | 1 | 20% |
| ≤20% | TRIO 03 | MFV,FC,PP, | Pequeno | | | | 2 | | | | 20% | 2 | 20% |
| ≤20% | | MFV,FC,QF, | | | 1 | | | | | | 20% | 1 | 20% |
| ≤20% | | MFV,FC,QF, | Médio | | 1 | | | | | | 20% | 1 | 20% |
| ≤20% | TRIO 04 | MFV,FC,TP, | | | | | 3 | | | | 20% | 3 | 20% |
| ≤20% | | MFV,FC,TP, | Médio | | | | 1 | | | | 20% | 1 | 20% |
| ≤20% | | MFV,FC,TP, | Pequeno | | | | 2 | | | | 20% | 2 | 20% |
| ≤20% | TRIO 05 | MFV,PP,SS | | | 1 | | | | | | 20% | 1 | 20% |
| ≤20% | | MFV,PP,SS | Pequeno | | 1 | | | | | | 20% | 1 | 20% |
| ≤20% | TRIO 07 | MFV,TP,SS | | 5 | 1 | 2 | 1 | 16% | 20% | 20% | 20% | 9 | 18% |
| ≤20% | | MFV,TP,SS | Médio | 1 | | | | 20% | | | | 1 | 20% |
| ≤20% | | MFV,TP,SS | Pequeno | 4 | 1 | 2 | 1 | 15% | 20% | 20% | 20% | 8 | 18% |
| ≤20% | TRIO 08 | MFV,TRF,SS | | | 1 | | | | | | 20% | 1 | 20% |
| ≤20% | | MFV,TRF,SS | Médio | | 1 | | | | | | 20% | 1 | 20% |
| ≤20% | TRIO 09 | MFV,TRF,TP, | | 1 | | | | 20% | | | | 1 | 20% |
| ≤20% | | MFV,TRF,TP, | Pequeno | 1 | | | | 20% | | | | 1 | 20% |
| ≤20% | TRIO 10 | MFV,TRF,FC, | | | | | 1 | | | | 20% | 1 | 20% |
| ≤20% | | MFV,TRF,FC, | Médio | | | | 1 | | | | 20% | 1 | 20% |
| ≤20% | TRIO 12 | MFV,TP,QF, | | | | | 1 | | | | 8% | 1 | 8% |
| ≤20% | | MFV,TP,QF, | Médio | | | | 1 | | | | 8% | 1 | 8% |
| Tamanho do estrato (n) | | | | | | | | | | | 27 | | |
| Média de Produtividade do estrato | | | | | | | | | | | 18,23% | | |
| Desvio Padrão | | | | | | | | | | | 3,11 (%) | | |

Fonte: A autora (2020).

Tabela 23 - Distribuição das empresas do estrato com os menores aumentos de produtividade, por porte e setor produtivo

| Porte | Setor | N° de Empresas | | | | Total |
|-------|-------------|----------------|----|-----|-----|-------|
| | | A&B | MM | MOV | V&C | |
| | Micro | | | | 1 | 1 |
| | Pequeno | 6 | 3 | 2 | 6 | 17 |
| | Médio | 3 | 2 | | 4 | 9 |
| | Total Setor | 9 | 5 | 2 | 11 | 27 |

Fonte: A autora (2020).

i. Porte

Quanto ao porte, pela Tabela 23 é possível identificar que as pequenas empresas possuem a maior representatividade no estrato de menores aumentos de produtividade, com 17 empresas, seguidas de empresas de médio porte, com 9

empresas. Ao analisar os trios de ferramentas 1, 4 e 7 (Tabela 23), que são os trios com maior interesse para este estudo, pelo impacto e pela representatividade, aponta-se: o **[trio 1]** atuou em 5 empresas, sendo 3 pequenas e 2 médias; o **[trio 4]** atuou em 3 empresas, sendo 2 pequenas e 1 média; e o **[trio 7]** atuou em 9 empresas, sendo 8 pequenas e 1 média.

ii. Setor Produtivo

Pela Tabela 23 é possível identificar que os setores de vestuário e calçados (11 empresas) e de alimentos e bebidas (9 empresas) possuem a maior representatividade no estrato das empresas com os menores resultados em produtividade. Ao analisar os trios de ferramentas 1, 4 e 7 (Tabela 22), que são os trios com maior interesse pelo impacto e pela representatividade, aponta-se que o **[trio 1]** e o **[trio 7]** foram os que atuaram com a maior recorrência no estrato de menores aumentos de produtividade, e essa atuação deu-se, em maior grau, nas empresas do setor de alimentos e bebidas.

Em uma primeira síntese, pode-se afirmar que o setor de alimentos e bebidas seria representativo das empresas com as menores respostas de produtividade do Programa B+P, quando submetidas aos trios de ferramentas 1 e 7.

A seguir, faz-se uma caracterização dos aspectos operacionais mais destacados das empresas do setor de alimentos e bebidas, utilizando-se as orientações do Apêndice B.

iii. Caracterização das empresas do setor de alimentos e bebidas (o setor com os menores aumentos de produtividade).

Na análise por porte e setor, as pequenas e médias empresas do setor de alimentos e bebidas foram selecionadas para um aprofundamento de sua caracterização, visto que são essas empresas as que obtiveram os menores aumentos de produtividade, sob intervenção dos trios 01 (MFV FC e 5S) e 07 (MFV, TP e 5S).

Pela Tabela 24 é possível verificar a caracterização das empresas de alimentos e bebidas que aplicaram as ferramentas do trio 01 (MFV, FC e 5S). Essas empresas

tiveram um aumento médio de produtividade de 14%. Em geral, elas não possuíam gestão visual implantada na fábrica, não possuíam trabalho padronizado, trabalhavam por lotes/bateladas, o arranjo físico era do tipo funcional e possuíam produção empurrada.

Como exceção, uma das três empresas desse grupo alcançou apenas 2,35% de aumento de produtividade (Apêndice B), e tinha alta tecnologia de produção com integração de equipamentos, produção em massa e arranjo físico industrial em linha. Como essa empresa já possuía alta integração de equipamentos, ferramentas como fluxo contínuo e 5S não poderiam trazer resultados expressivos. De acordo com a documentação elaborada durante a consultoria, a possibilidade de não alcance da meta mínima de 20% de aumento de produtividade foi detectada no início do atendimento. Entretanto a linha tinha uma produção mensal de 128.304 unidades de produto, de modo que um aumento de produtividade em torno de 2% foi visto como expressivo pela empresa.

Os resultados do estudo de Dora *et al.* (2014) apoiam a ideia de que práticas de manufatura enxuta, em geral, ajudam as PMEs de processamento de alimentos a melhorar a eficiência operacional e reduzir custos. No entanto, as barreiras específicas do setor tornam difícil, para essas empresas, a implementação de todas as práticas de manufatura enxuta e a obtenção de resultados expressivos. Conforme adicionalmente apontado por Dora *et al.* (2014), o foco das pequenas e médias empresas de alimentos está nas questões de segurança e qualidade dos alimentos, e não no processo produtivo.

Tabela 24 – Caracterização operacional das 03 empresas de alimentos e bebidas que aplicaram as ferramentas do Trio 1 (MFV, FC e 5S) e obtiveram os menores aumentos de produtividade

| | |
|----------------------------------|--|
| Trio | [trio 01] MFV, FC, 5S |
| Setor | Alimentos e Bebidas |
| Gestão visual | 02 empresas não possuíam gestão visual na sua produção. |
| Perfil exportador | 03 empresas não eram exportadoras. |
| Planejamento de produção: | 02 empresas não tinham PCP. |
| Trabalho Padronizado | 02 empresas não tinham trabalho padronizado na produção. |
| Tipo de produto | 03 empresas tinham produção de produto padronizado. |

| | |
|--|---|
| Trio | [trio 01] MFV, FC, 5S |
| Setor | Alimentos e Bebidas |
| Tipo de sistema produtivo | 02 empresas tinham produção em lotes ou bateladas. |
| Tipo de arranjo físico industrial | 02 empresas com arranjo físico funcional (por processo). |
| Tipo de produção | 03 empresas com produção empurrada. |
| Variedade de produção | 02 empresas com produção acima de 10 itens. |
| Tecnologia de produção | 02 empresas com baixa tecnologia de produção ou sem a existência de integração de equipamentos. |
| Natureza do produto | 02 empresas possuíam produtos com baixa complexidade ou menos de 10 componentes eram utilizados no produto produzido. |
| Tipo de mercado | 03 empresas produziam para mercado de consumo final – mercado de segmento de massa. |

Fonte: A autora (2020).

A Tabela 25 mostra características operacionais das empresas de alimentos e bebidas que aplicaram as ferramentas do Trio 7 (MFV, TP e 5S). Essas 05 empresas tiveram um impacto médio de produtividade de 16%. Uma dessas empresas alcançou um aumento de produtividade de apenas 1,92% (Apêndice B). No diagnóstico dessa empresa foi levantado que ela possuía trabalho padronizado de forma parcial, e uma das ferramentas escolhidas para a consultoria foi a aplicação da ferramenta de trabalho padronizado, o que pode ter gerado um resultado mais conservador. Em geral, as empresas desse grupo têm características operacionais muito próximas das características do grupo de empresas que recebeu intervenções com o Trio 1 de ferramentas (MFV, FC e 5S).

Tabela 25 – Caracterização das 05 empresas de alimentos e bebidas que aplicaram as ferramentas do Trio 7 (MFV, TP e 5S) e obtiveram os menores aumentos de produtividade

| | |
|--------------------------|---|
| Trio | [trio 07] MFV, TP, 5S |
| Setor | Alimentos e Bebidas |
| Gestão visual | 05 empresas não possuíam gestão visual na sua produção. |
| Perfil exportador | 05 empresas não eram exportadoras. |

| | |
|--|---|
| Trio | [trio 07] MFV, TP, 5S |
| Setor | Alimentos e Bebidas |
| Planejamento de produção: | 04 empresas tinham PCP. |
| Trabalho Padronizado | 4 empresas não tinham trabalho padronizado na produção. |
| Tipo de produto | 04 empresas tinham produção de produto padronizado. |
| Tipo de sistema produtivo | 04 empresas tinham produção em lotes ou bateladas. |
| Tipo de arranjo físico industrial | 05 empresas com arranjo físico funcional (por processo). |
| Tipo de produção | 05 empresas com produção empurrada. |
| Variedade de produção | 05 empresas com produção acima de 10 itens. |
| Tecnologia de produção | 05 empresas com baixa tecnologia de produção ou sem a existência de integração de equipamentos. |
| Natureza do produto | 05 empresas possuíam produtos com baixa complexidade ou menos de 10 componentes eram utilizados no produto produzido. |
| Tipo de mercado | 03 empresas produziam para mercado de consumo final – mercado de massa. |

Fonte: A autora (2020).

Em uma segunda síntese, tem-se que para o setor de alimentos e bebidas os resultados do programa parecem apontar que quanto mais integrado, contínuo e automatizado é o processo, menos impactante é a utilização das ferramentas de manufatura enxuta. Por outro lado, neste mesmo setor, quando os processos são descontínuos, por bateladas, empurrados, em arranjos físicos funcionais, os impactos são um pouco maiores, embora não comparáveis aos dos setores da vanguarda da aplicação (vestuário e calçado; metalmecânico e moveleiro), que apresentaram os maiores aumentos de produtividade com as intervenções das ferramentas de manufatura enxuta.

6. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as conclusões da pesquisa, depois de todas as etapas planejadas terem sido executadas, para que sejam dadas respostas aos objetivos propostos no trabalho. Ao final, serão feitas sugestões e propostas para trabalhos futuros derivados desta pesquisa.

Este estudo tem como objetivo principal identificar alguns impactos das ferramentas de manufatura enxuta em uma amostra de empresas brasileiras atendidas pelo Programa B+P, destacando as ferramentas que promoveram os impactos mais relevantes em produtividade nas pequenas e médias empresas do programa, e a devida caracterização das empresas que conseguiram atingir, respectivamente, os melhores e os piores resultados em aumentos de produtividade.

Resposta ao Objetivo Geral

Verificar os impactos das ferramentas de manufatura enxuta nas empresas brasileiras atendidas pelo Programa B+P

As práticas de manufatura enxuta podem funcionar sinergicamente para criar ambientes otimizados, com alta qualidade e com pouco ou nenhum desperdício (Shah e Ward (2003) *apud* Dresch *et al.*, (2019)). A utilização de ferramentas para a redução de desperdícios no Programa B+P, mostrou-se, em geral, eficaz, uma vez que no programa a média de incremento de produtividade após as intervenções foi de **52%**, com desvio padrão de **29%**, nas 3.000 empresas atendidas. Porém, uma investigação mais detalhada foi feita, no sentido de apontar os pontos fortes e as possibilidades de aprimoramento do Programa.

Com o mencionado objetivo em foco, do universo das 3.000 empresas atendidas pelo Programa B+P foi extraída uma amostra de 530 empresas com indicadores de produtividade padronizados, a qual apresentou média de incremento de produtividade de **52,48%** e desvio padrão de **30,8%**. Como se vê, a partir do valor central e da dispersão, essa amostra parece bem representativa do universo de onde é oriunda. Dentro dessa amostra foram encontrados dois estratos de interesse: o primeiro, contendo as 145 empresas que apresentaram aumentos de produtividade iguais ou

acima da referida média (52,48%); e o segundo, com as 27 empresas que alcançaram aumentos de produtividade apenas iguais ou abaixo da meta mínima do Programa, que era de um aumento de 20% em produtividade. Essa forma de estratificação foi realizada para que se atendessem aos três objetivos específicos deste trabalho. Assim fazendo, pretendeu-se investigar, com maior profundidade, as prováveis razões que conduziram a aplicação de determinadas ferramentas de manufatura enxuta a produzirem, respectivamente, resultados mais e menos eficazes.

Respostas aos Objetivos Específicos

1. *Identificar as ferramentas de manufatura enxuta que promoveram os impactos mais expressivos em produtividade na amostra de empresas atendidas pelo Programa B+P pertencentes aos setores escolhidos para análise.*

Foram encontrados 3 trios de ferramentas de interesse da pesquisa. A partir das empresas com resultados expressivos, foi possível concluir que:

- O Trio 1 (MFV, FC e 5S) foi eficaz quando aplicado ao setor de vestuário e calçados em empresas de pequeno porte. Por outro lado, o trio 1 mostrou-se muito pouco eficaz para o setor de alimentos e bebidas.

- O Trio 4 (MFV, FC e TP) foi igualmente eficaz quando aplicado ao setor de vestuário e calçados em empresas de pequeno porte; e

- O Trio 7 (MFV, TP e 5S) foi eficaz em empresas de pequeno porte do setor moveleiro e em empresas de médio porte do setor de metalmecânica. Por outro lado, o trio 7 mostrou-se muito pouco eficaz para o setor de alimentos e bebidas.

De modo geral, a associação entre a aplicação de ferramentas de manufatura enxuta e o aumento de produtividade pode ser constatada neste estudo do Programa B+P. Constatação semelhante foi mostrada no estudo de múltiplos casos realizado por Ramkrishnan, Nallusamy e Rajaram Narayanan (2018), que levantou a associação da implementação de diferentes ferramentas de manufatura enxuta com o aumento de produtividade e competitividade em empresas da Índia.

2. *Caracterizar o perfil das empresas da amostra que obtiveram os resultados mais expressivos de produtividade.*

Foram encontrados resultados expressivos em três setores: vestuário e calçados; metalmecânica; e moveleiro.

O setor de vestuário e calçados apresentou aumentos expressivos de produtividade, em empresas de pequeno porte, com a aplicação de 2 trios de ferramentas: (MFV, FC e 5S) e (MFV, FC e TP). Empresas do setor de vestuário e calçados, que possuíam layout funcional, sem trabalho padronizado e com gestão visual deficitária nas linhas de produção alcançaram resultados expressivos com a aplicação dessas ferramentas. A ferramenta de fluxo contínuo (FC) mostrou-se bastante aderente às empresas do setor que trabalham com layout funcional. Tais empresas tiveram, também, resultados expressivos com a aplicação de 5S ou de trabalho padronizado (TP). A aplicação de 5S em empresas que apresentam um processo produtivo desorganizado ocasiona, por consequência, melhorias de produtividade, pois as ferramentas e artefatos de produção estão visíveis e fáceis de serem encontrados. A ferramenta de trabalho padronizado (TP) mostrou-se igualmente significativa para obtenção de resultados expressivos em empresas que precisavam produzir produtos padronizados e não tinham essa ferramenta implementada. A padronização é também importante para indicar quais procedimentos são necessários para a execução de tarefas e, com isso, podem-se reduzir desperdícios durante o processo produtivo e pode-se diminuir o refugo.

O setor de metalmecânica apresentou resultados expressivos em empresas de médio porte que aplicaram o trio de ferramentas MFV, TP e 5S. Essas empresas predominantemente possuíam planejamento e controle de produção, não possuíam trabalho padronizado e precisavam produzir os produtos de forma padronizada. Elas não possuíam gestão visual e a produção era realizada em lotes.

Para o setor moveleiro, em empresas de pequeno porte, a aplicação das ferramentas MFV, TP e 5S resultou em impactos expressivos de produtividade naquelas empresas que não possuíam trabalho padronizado, trabalhavam com produtos individualizados, não possuíam gestão visual e produziam por projetos (encomendas) ou lotes.

Nos setores metalmeccânico e moveleiro, em geral, a implementação da ferramenta de trabalho padronizado (TP), em conjunto com o 5S e o MFV (Mapa de Fluxo de Valor) resultou em aumentos expressivos de produtividade, particularmente em empresas que não possuíam trabalho padronizado implementado e tinham a produção em lotes ou por projeto (encomenda).

Por ser uma ferramenta básica, utilizada para mapear processos e identificar desperdícios, o MFV parece ter sido um dos principais fatores responsáveis pelo elevado aumento de produtividade do programa (média de 52%), uma vez que as ações planejadas e implementadas nas empresas foram concentradas em processos e atividades em que existiam desperdícios e os mesmos pudessem ser reduzidos ou eliminados. No estudo realizado por Signh *et al.* (2018), em que foi utilizada a ferramenta MFV, houve, também, aumentos significativos de volume de produção, de 42%, 35,46% e 35,37%, respectivamente, em três empresas investigadas.

3. *Caracterizar o perfil das empresas da amostra que obtiveram os resultados menos expressivos de produtividade.*

Os resultados menos expressivos foram encontrados, particularmente, no setor de alimentos e bebidas, com a utilização de 2 trios de ferramentas: (MFV, FC e 5S) e (MFV, TP e 5S). Nesse setor, empresas que possuíam processo integrado, contínuo e automatizado tiveram resultados ainda menos expressivos com a aplicação de MFV, FC e 5S. As empresas do setor que tinham processos descontínuos, empurrados, com arranjos físicos funcionais e produção por batelada alcançaram resultados também abaixo de 20% de produtividade com a aplicação das ferramentas MFV, TP e 5S, porém um pouco superiores aos das empresas com processos integrados. Segundo levantado por Dora *et al.* (2013), a aplicação da manufatura enxuta no setor de alimentos está evoluindo, mas ainda está em um estágio inicial de desenvolvimento. Segundo eles, o foco das PMEs de alimentos está mais voltado para métodos de gestão de segurança e qualidade dos alimentos, e menos nos métodos de melhoria de processos.

Sugestões e Recomendações

Considerando que o presente estudo tem, também, a intenção de reunir “lições aprendidas” com a prática das intervenções do programa, são feitas, a seguir, reflexões que poderão servir como sugestões e recomendações para eventual aprimoramento do Programa B+P:

- Mapa de Fluxo de Valor (MFV), Fluxo Contínuo (FC), Trabalho Padronizado (TP) e 5S são ferramentas de manufatura enxuta com expressivo potencial para a melhoria de produtividade, particularmente nos seguintes tipos de empresas:
 - empresas de pequeno porte do setor de vestuário e calçados, que têm arranjo físico funcional, produção empurrada em lotes, baixa tecnologia de fabricação, inclusive empresas desse setor com produtos de complexidade média e número relativamente grande de componentes por produto;
 - empresas de médio porte do setor metalmeccânico, que têm arranjo físico funcional, produção em lotes com tecnologia tradicional, que praticam formas de planejamento e controle da produção, exercem algum tipo de gestão visual, com trabalho padronizado implantado na sua parcialidade ou totalidade, fabricando produtos padronizados variados, de média a alta complexidade; e
 - empresas de pequeno porte do setor moveleiro, sem trabalho padronizado, produzindo produtos individualizado, mediante projeto (encomenda).
- O setor de alimentos e bebidas, em razão de aspectos que mereceriam maior aprofundamento, apresenta, em geral, respostas fracas ao emprego de ferramentas de manufatura enxuta.

Considerações Finais

Conforme levantamento da CNI (2019), a falta de conhecimento e o alto custo de implantação das técnicas de manufatura enxuta são as principais dificuldades para a adoção delas. Entretanto, o Programa B+P, através da execução padronizada pelos consultores do SENAI, ao tornar as ferramentas de manufatura enxuta acessíveis a um custo reduzido para as micro, pequenas e médias empresas mostrou o potencial dessas ferramentas no Brasil. Assim como demonstrado na pesquisa da CNI, as técnicas mais conhecidas pelas empresas brasileiras podem ter seu uso intensificado. MFV, TP e 5S estava em todos os trios que tiveram resultados expressivos acima da média, levando à conclusão de que as empresas faziam a utilização de forma incompleta ou de forma isolada. O uso correto e agrupado de ferramentas, por consultores treinados e a um custo acessível pode contribuir significativamente para a produtividade brasileira. Realizar investimentos em implementação de ferramentas de manufatura enxuta adequadas, de acordo com o mapeamento de desperdícios assertivo é recomendado para programas intrafirma.

A ampliação de um programa como B+P, com intervenções intrafirma, traz à tona uma alternativa à produtividade brasileira, num cenário onde o mundo passa por uma pandemia (COVID-19), a indústria tem diminuído a sua participação no PIB, e as empresas precisam de opções de aumento da sua capacidade produtiva sem a necessidade de investimento. Um programa intrafirma em larga escala pode ajudar a alavancar a indústria de transformação e ajudar no desenvolvimento do país, contribuindo para diminuir a heterogeneidade de produtividade entre setores. O governo pode utilizar-se de instrumentos de desenvolvimento e alavancagem setoriais, com subsídios diferenciados por setor, assim como de políticas de inovação (MAZZUCATO e PENNA, 2016). A massificação do programa, para melhor efetividade, deveria vir alinhada com outras políticas extrafirmas, uma vez que o Programa B+P resolve desperdícios “porta-a-porta” nas empresas, pois se o mesmo não estiver agrupado a políticas que atuem e melhorem as vendas das empresas, com aumento de exportações e abertura de mercados, por exemplo, pode-se ocasionar aumentos de

estoques nas empresas e uma perda de competitividade, o inverso do objetivo do programa. As sugestões feitas aqui não estão esgotadas, e um aprofundamento nas empresas pode detectar outras possibilidades de melhorias para o programa.

6.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Durante a pesquisa foram apontadas algumas limitações, como a insuficiência de variáveis para aprofundamento na análise e extrapolação dos achados. Um limitante importante que foi excluído da presente investigação, foi o grau de conhecimento dos consultores que obtiveram os melhores e piores resultados, pois o grau de conhecimento e experiência desses profissionais pode influenciar diretamente na resposta da empresa. O programa possuía macro-objetivos apresentados no Capítulo 3 deste trabalho, mas não havia métricas para avaliar a qualificação da empresa, a redução direta de custo e a melhora do ambiente de trabalho. A ausência dessas métricas limitou a análise dos objetivos apresentados.

6.2 OUTRAS CONTRIBUIÇÕES

A pesquisa realizada no presente trabalho encontra contribuição aplicável para programas futuros de produtividade industrial, assim como para o desenho de novas metodologias intrafirma, no tocante ao desenho da padronização de coletas de dados que possibilitem maior aprofundamento no conhecimento fabril. Considerando que há poucas referências de pesquisas similares na comunidade acadêmica, o trabalho apresenta contribuição significativa de dados empíricos e resultados tangíveis em um grupo significativo de empresas. Na pesquisa bibliográfica realizada pela autora foi encontrada uma quantidade limitada de estudo de múltiplos casos, múltiplos setores e resultados com métricas definidas em um grupo similar de empresas.

Para as empresas brasileiras, o presente trabalho pode ajudar na otimização de processos de forma mais assertiva, com a aplicação de ferramentas adequadas para o incremento de produtividade em processos similares ao estudado. As empresas com o

mesmo cenário levantado nos resultados da pesquisa podem encurtar os caminhos para o aumento de produtividade intrafirma, com a aplicação de ferramentas de manufatura enxuta de forma mais assertiva.

Para o SENAI, o presente trabalho tem aderência ao esforço desenvolvido nacionalmente para a melhoria do desempenho operacional das empresas. Podem ainda ser desenvolvidos cursos de aperfeiçoamento específicos voltados para os setores de acordo com os resultados encontrados nesta pesquisa, com o intuito de capacitar mão de obra de forma mais célere para a indústria de transformação.

6.3 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Concluído o presente trabalho, apresentam-se as seguintes propostas de trabalho futuros, que poderiam complementar e aprofundar as conclusões obtidas:

1. Realizar estudo em profundidade do grau de conhecimento dos consultores que realizam as intervenções de manufatura enxuta nas empresas.
2. Aprofundar o conhecimento do capital intelectual existente nas empresas, pois os resultados podem ser diretamente influenciados pelo grau de conhecimento existente nas empresas.
3. Realizar análise da perenidade das ações realizadas e do incremento de produtividade alcançado, pois é importante que as empresas não retrocedam nas técnicas implementadas.
4. Realizar coleta de informações no formato de banco de dados para aprofundamento das variáveis e melhor conhecimento da realidade intrafirma brasileira.
5. Realizar estudo em outros setores industriais brasileiros.

REFERÊNCIAS

ARBACHE, Jorge Saba. Transformação demográfica e competitividade internacional da economia brasileira. 2011.

CASTRO, Maria del Rocio Quesada; POSADA, Juan Gregorio Arrieta. Implementation of lean manufacturing techniques in the bakery industry in Medellin. **Gestão & Produção**, v. 26, n. 2, 2019.

CEPAL, N. U. et al. **Avaliação de Desempenho do Brasil Mais Produtivo**. CEPAL, 2018.

CHAPLIN, Lara; HEAP, John; O'ROURKE, Simon TJ. Could "Lean Lite" be the cost effective solution to applying lean manufacturing in developing economies?. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65, n. 1, p. 126–136, 2016.

CNI. **Mapa estratégico da indústria 2013-2022**. Brasília. 2013. [s.n.]

CNI. **Manufatura Enxuta na Indústria de Transformação Brasileira Sondagem Especial**. 2019. [s.l.: s.n.]

CONCEIÇÃO, Samuel Vieira et al. Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambientes de manufatura contratada. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 3, p. 357-369, 2009.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção E Operações: Manufatura E Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. Editora Atlas SA, 2000.

DE NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. Os dilemas e os desafios da produtividade no Brasil. 2014.

DORA, Manoj et al. Operational performance and critical success factors of lean manufacturing in European food processing SMEs. **Trends in food science & technology**, v. 31, n. 2, p. 156-164, 2013.

DORA, Manoj et al. Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises. **British Food Journal**, v. 116, n. 1, p. 125–141, 2014.

DRESCH, Aline et al. Inducing Brazilian manufacturing SMEs productivity with Lean tools. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 68, n. 1, p. 69–87, 2019.

FERRO, José Roberto. A essência da ferramenta" Mapeamento do Fluxo de Valor". **São Paulo: Lean Institute Brasil**, 2003.

HERRON, Colin; BRAIDEN, Paul M. A methodology for developing sustainable quantifiable productivity improvement in manufacturing companies. **International journal of production economics**, v. 104, n. 1, p. 143-153, 2006.

HOLMSTRÖM, Jan. The relationship between speed and productivity in industry networks: A study of industrial statistics. **International Journal of Production Economics**, v. 34, n. 1, p. 91-97, 1994.

KOSAKA, G. **Trabalho Padronizado**. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/359/trabalho-padronizado.aspx>>. Acesso em: 19 ago. 2020.

KOSAKA, G. **Sistema Puxado**. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/367/sistema-puxado.aspx>>. Acesso em: 15 maio. 2020a.

KOSAKA, G. **Fluxo Contínuo**. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/366/fluxo-continuo.aspx>>. Acesso em: 15 maio. 2020b.

KOSAKA, G. **Qualidade na fonte**. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/374/qualidade-na-fonte.aspx>>. Acesso em: 15 maio. 2020c.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O modelo Toyota-manual de aplicação: um guia prático para a implementação dos 4Ps da Toyota**. Bookman Editora, 2007.

MATT, D. T.; RAUCH, E. Implementation of lean production in small sized enterprises. **Procedia CIRP**, v. 12, p. 420-425, 2013.

MAZZUCATO, Mariana; PENNA, Caetano CR. The rise of mission-oriented state investment banks: the cases of Germany's KfW and Brazil's BNDES. 2015.

MELECE, Ligita; KRIEVINA, Agnese. Growth of food sector's productivity through innovations. **Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development**, v. 37, n. 2, p. 252-263, 2015.

MUNDIAL, Banco. **Emprego e crescimento: a agenda da produtividade**. Brasília: Grupo Banco Mundial, 2018.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção além da produção**. Bookman, 1997.

PANWAR, Avinash et al. Understanding the linkages between lean practices and performance improvements in Indian process industries. **Industrial Management & Data Systems**, v. 117, n. 2, p. 346–364, 2017.

PANWAR, Avinash et al. The impact of lean practices on operational performance—an empirical investigation of Indian process industries. **Production Planning & Control**, v. 29, n. 2, p. 158-169, 2018.

RAHMAN, Shams; LAOSIRIHONGTHONG, Tritos; SOHAL, Amrik S. Impact of lean strategy on operational performance: a study of Thai manufacturing companies. **Journal of manufacturing technology management**, 2010.

RAMAKRISHNAN, V.; NALLUSAMY, S.; RAJARAM NARAYANAN, M. Study on lean tools implementation in various Indian small and medium scale manufacturing industries. **International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development**, 8 (1), 969, v. 976, 2018.

RAVIKUMAR, M. M. et al. Evaluating lean execution performance in Indian MSMEs using SEM and TOPSIS models. **International Journal of Operational Research**, v. 26, n. 1, p. 104-125, 2016.

REYNOLDS, Elisabeth B.; SCHNEIDER, Ben Ross; ZYLBERBERG, Ezequiel (Ed.). **Innovation in Brazil: Advancing Development in the 21st Century**. Routledge, 2019.

ROTHER, Mike; HARRIS, Rick. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta**. Lean Institute Brasil, 2003.

SAHOO, Saumyaranjan; YADAV, Sudhir. Lean implementation in small-and medium-sized enterprises. **Benchmarking: An International Journal**, v. 25, n. 4, p. 1121–1147, 2018.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of operations management**, v. 21, n. 2, p. 129-149, 2003.

SMALLEY, Art. **Criando o sistema puxado nivelado: um guia para aperfeiçoamento de sistemas lean de produção, voltado para profissionais de planejamento, operações, controle e engenharia**. Lean Enterprise Institute, 2016.

SINGH, Harpreet et al. Materials and Information Flow Analysis and Optimization of Manufacturing Processes in MSMEs by the Application of Value Stream Mapping (VSM) Technique. **Materials Today: Proceedings**, v. 5, n. 14, p. 28420-28426, 2018.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, MICHELLY Dias da; CARVALHO, Rachel de. Revisão

integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

SUGAI, Miguel; MCINTOSH, Richard Ian; NOVASKI, Olívio. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 2, p. 323-335, 2007.

VAN LANDEGHEM, Hendrik; CLAEYS, Dieter; VAN LANDEGHEM, Thomas. Sustainable lean in SMEs: a quantitative analysis into improvement actions. **Management and Production Engineering Review**, v. 9, 2018.

VERMA, Neha; SHARMA, Vinay. Sustainable competitive advantage by implementing lean manufacturing "A Case study for Indian SME". **Materials Today: Proceedings**, v. 4, n. 8, p. 9210-9217, 2017.

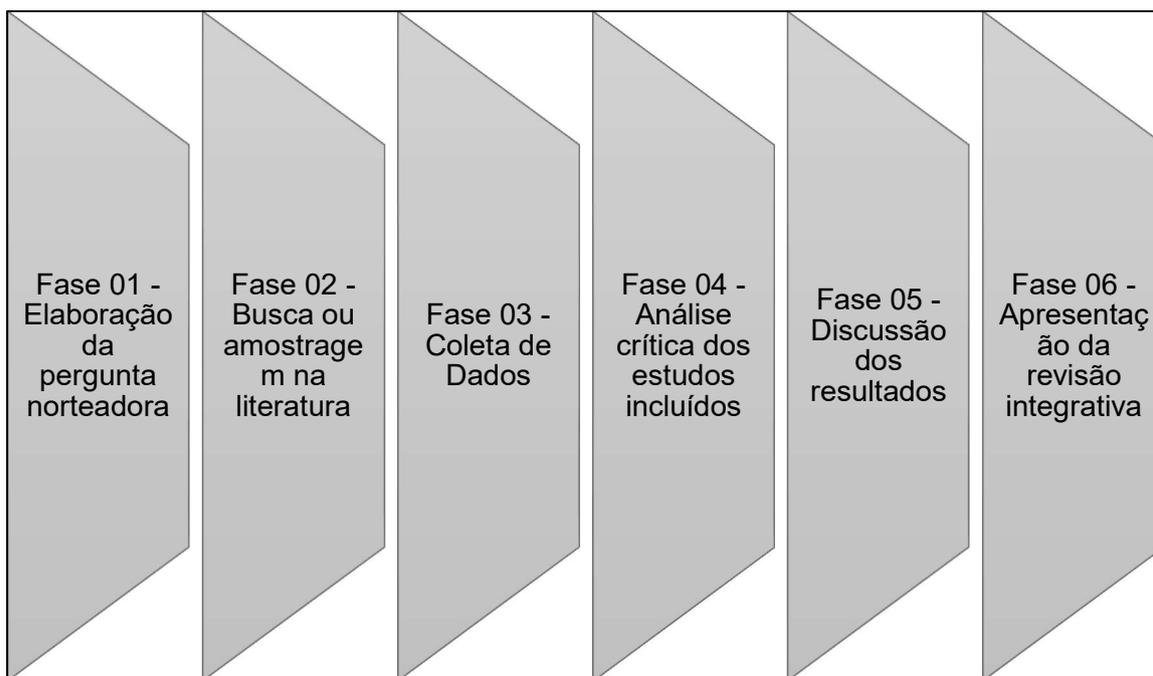
WERKEMA, Cristina. **Lean seis sigma**. Elsevier Brasil, 2011.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A máquina que mudou o mundo**. Gulf Professional Publishing, 2004.

APÊNDICE A – FASES DA REVISÃO INTEGRATIVA

A seguir será apresentado o detalhamento da revisão integrativa que teve como objetivos a sintetização do conhecimento acadêmico e incorporação da aplicabilidade dos estudos significativos na pesquisa da presente dissertação.

Figura 19- Fases da revisão integrativa



Fonte: A autora (2020).

Fase 01 – Elaboração da pergunta norteadora

A Fase 01 é considerada a fase mais importante da revisão, a quantidade varia de acordo com a necessidade e conhecimento do pesquisador, para esta pesquisa foram utilizado o seguinte questionamento:

- Qual o impacto da manufatura enxuta nas empresas assistidas pelo programa B+P?

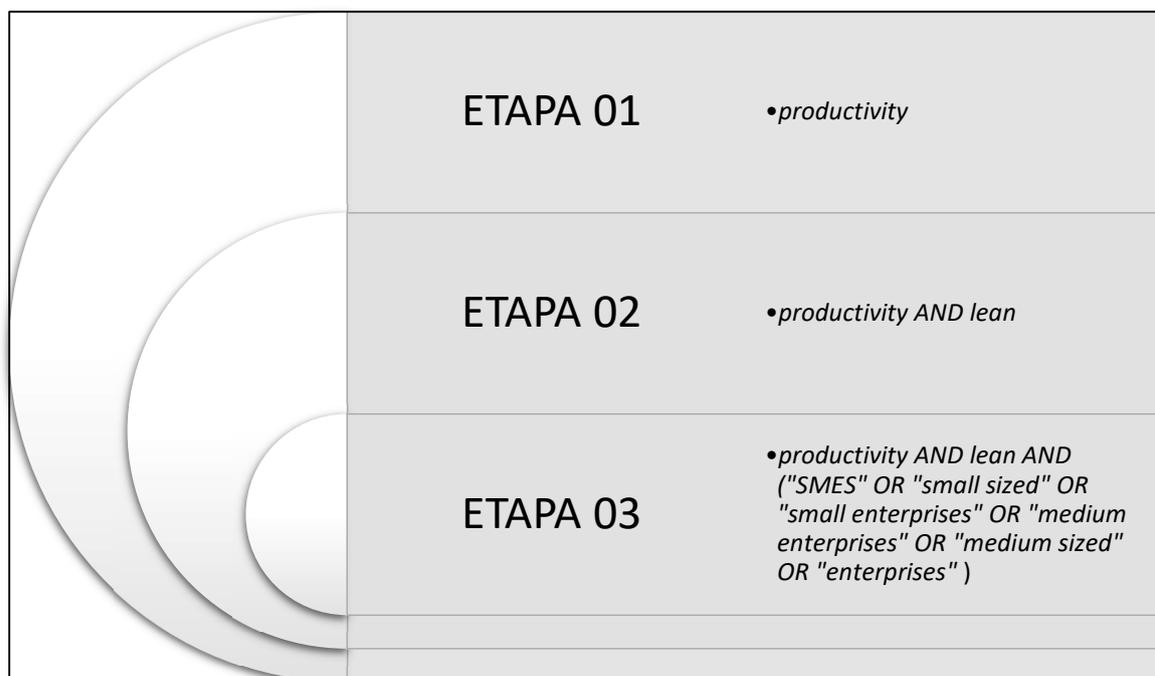
Fase 02 – Busca ou amostragem da literatura

Na Fase 02 – Busca ou amostragem da literatura, propõe-se investigar as seguintes bases de dados:

- Scopus (www.scopus.com)
- ScienceDirect (www.sciencedirect.com)
- Scielo (www.scielo.br)
- Webofscience (www.webofknowledge.com)

Também nesta etapa foram definidos os descritores da pesquisa nos campos Título, Resumo e Palavras-chaves das bases de dados acima: *productivity AND lean AND ("SMES" OR "small sized" OR "small enterprises" OR "medium enterprises" OR "medium sized" OR "enterprises")* a mesma pesquisa foi feita com as palavras em português: *produtividade AND lean AND ("pequenas e médias empresas" OR "pequenas" OR "pequenas empresas" OR "médias empresas" OR "médias" OR empresas)*. Foram encontrados 216 artigos, incluindo os artigos duplicados. A pesquisa foi realizada em três etapas:

Figura 20 - Etapas das pesquisas de descritores



Fonte: A autora (2020).

Foram realizadas as etapas 01 e 02 para que se pudesse ter uma ideia da quantidade de pesquisas existente na temática de produtividade e *lean*. A etapa 03 apresenta o cruzamento dos termos produtividade, *lean* e os portes das empresas. A pesquisa foi realizada na língua portuguesa e na língua inglesa. Também foi realizado o planejamento e foram determinados os critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos pesquisados.

Fase 03 – Coleta de Dados

Na Fase 03 foi feita a organização e sintetização dos documentos encontrados.

Figura 21 - Artigos encontrados com os descritores da pesquisa

| | |
|--|---|
| | <p>ETAPA 01</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>productivity</i> - 538.216 artigos • ScienceDirect - 55.695 artigos • Web of Science - 199.453 artigos • Scielo - 11.887 artigos • Scopus - 271.181 artigos |
| | <p>ETAPA 02</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>productivity AND lean</i> - 2.148 artigos • ScienceDirect - 214 artigos • Web of Science - 673 • Scielo - 23 artigos • Scopus - 1.238 artigos |
| | <p>ETAPA 03</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>productivity AND lean AND ("SMES" OR "small sized" OR "small enterprises" OR "medium enterprises" OR "medium sized" OR "enterprises")</i> - 216 artigos • ScienceDirect - 15 artigos • Web of Science - 46 • Scielo - 7 artigos • Scopus - 148 artigos |

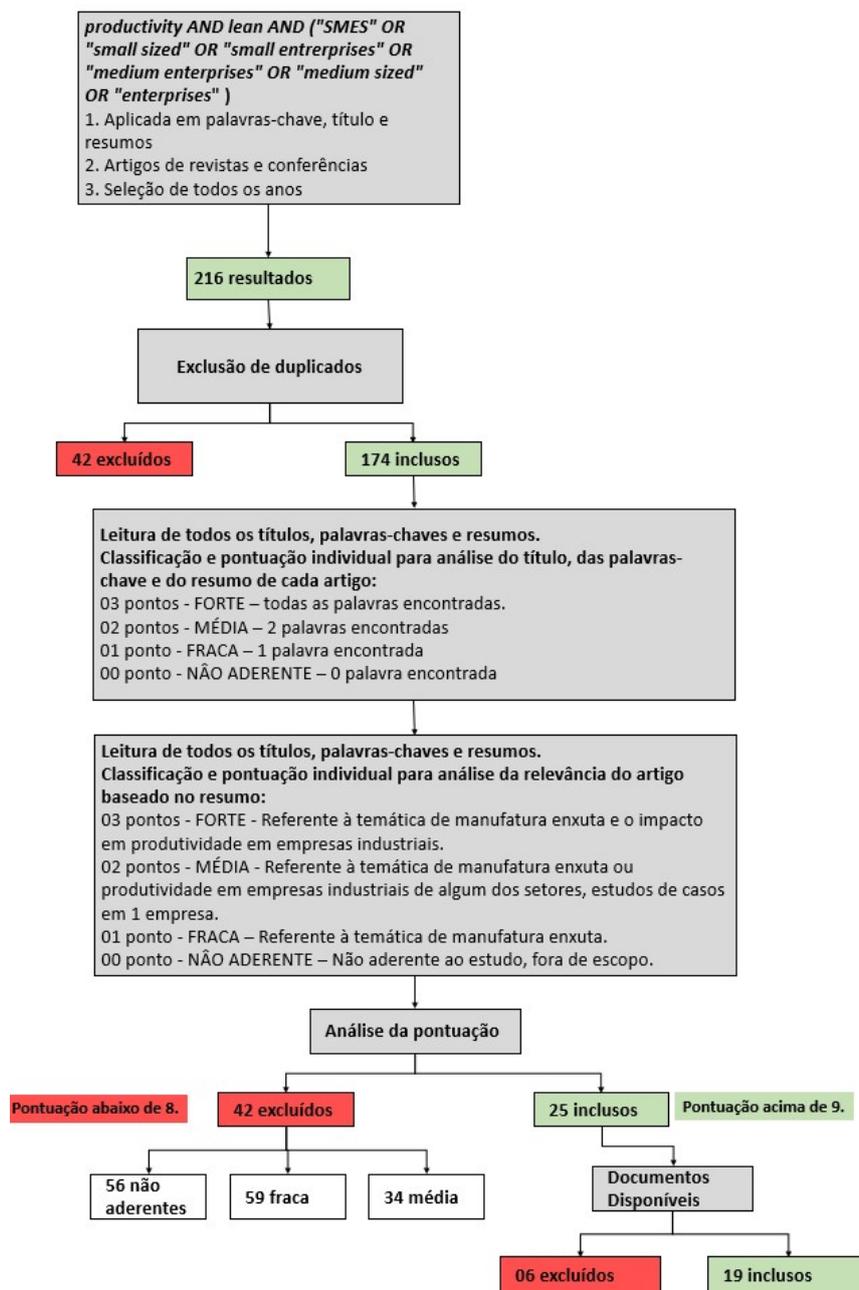
Fonte: A autora (2020).

Os 216 artigos encontrados na pesquisa foram categorizados numa planilha em *excel* e foram aplicados os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

- i. Exclusão de artigos duplicados
- ii. Análise e pontuação de título, palavra-chave e resumo de cada artigo
- iii. Análise e pontuação da relevância dos artigos com base nos resumos

- iv. Análise da pontuação total dos artigos
- v. Disponibilidade dos documentos para download nas bases de dados escolhidas.

Figura 22 - Metodologia aplicada para inclusão e exclusão de artigos.



Fonte: A autora (2020).

Conforme apresentado na Figura 22, dos 216 artigos levantados na pesquisa, 19 apresentam elegibilidade ao tema do estudo e estão disponíveis para leitura nas quatro bases de dados selecionadas para a pesquisa. Os 19 artigos finais serão avaliados com criticidade nas fases seguintes da revisão integrativa.

Fase 04 - Análise crítica dos estudos incluídos

Na Fase 04 foi realizada a leitura de todos os 19 artigos finais. Esses estudos foram classificados em relação ao tipo de autoria, estudo de múltiplas empresas ou estudos de empresas individuais, estudos de múltiplos setores ou de setores individuais, evidências de impactos em empresas e evidências de impactos na produtividade.

Fase 05 – Discussão dos Resultados

Na Fase 05 foram compilados os resultados das pesquisas e realizada a comparação entre os estudos de impacto na produtividade, considerando o porte das empresas, localização e ferramentas utilizadas.

Fase 06 – Apresentação da revisão integrativa

Na Fase 06 foi realizado o aprofundamento do estudo nos 19 artigos estudados e apresentados os resultados.

APÊNDICE B - VARIÁVEIS DE ANÁLISE E CLASSIFICAÇÕES UTILIZADAS NO ESTUDO

1. SETOR DE ATIVIDADE DA EMPRESA

- Alimentos e Bebidas
- Metalmecânica
- Moveleiro
- Vestuário e Calçados

2. PORTE DA EMPRESA

- Microempresa
- Pequena empresa
- Média empresa
- Grande empresa

3. ESTADO DA EMPRESA

Localização estadual da empresa que recebeu a consultoria.

4. EMPRESA EXPORTADORA

Classificação se a empresa exporta os produtos produzidos ou não.

5. TIPO DE PRODUTO

Classificação do produto produzido pela empresa.

- Individualizado
- Padronizado
- Modularizado

6. TIPO DE SISTEMA PRODUTIVO

| | |
|----------------------|---|
| Produção por projeto | <ul style="list-style-type: none"> • Maior variedade de produtos e, a que produz o menor número de unidades no tempo. Não possuem as instalações clássicas das fábricas. Possuem arranjo físico posicional. • Exemplos: construtoras, empresas do ramo de montagem industrial, estaleiros navais. |
|----------------------|---|

| | |
|--------------------------------|--|
| Job Shops | <ul style="list-style-type: none"> • Empresas que produzem por tarefas. Processo de trabalho é quase artesanal. Não há divisão de trabalho. Variedade de produtos é imensa. Instrumentos de trabalho são simples e universais. Recursos de operação compartilhados. • Exemplos: ferramentarias, oficinas de joias e bijuterias. |
| Lotes ou bateladas | <ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos seguem um arranjo físico funcional, há divisão de trabalho, máquinas e equipamentos universais, operadores ocupam seus postos de trabalho, lotes de produtos passam pelas estações de trabalho e vão recebendo as operações previstas, procura-se ratear adequadamente os custos fixos. • Exemplos: confecções de roupas em geral, panificadoras, fábricas de certos tipos de autopeças. |
| Produção em massa/linha | <ul style="list-style-type: none"> • Arranjo sequencial de equipamentos e estações de trabalho em linha reta. Produz sucessivas unidades discretas de produto, fluxo constante, trabalha com taxas pré-estabelecidas de produção. Há grande preocupação com os tempos de ciclo, produtos padronizados, produção em massa. • Exemplos: linhas de montagem de veículos. |
| Produção por processo contínuo | <ul style="list-style-type: none"> • Fornece o maior volume de produção no tempo, porém seu produto é o mais padronizado de todos, com baixa variedade. Baixa densidade de pessoas operando os equipamentos produtivos. Arranjo físico dos equipamentos é bem definido, seguindo a sequência do processo. Forte automação e integração. Produto não contável. |

7. TIPO DE ARRANJO FÍSICO INDUSTRIAL

| | |
|---|--|
| i. Arranjo físico posicional (FIXO) | <ul style="list-style-type: none"> • São os equipamentos produtivos e os operadores que se movimentam durante as operações, o produto (recursos transformados) são estacionários. Custos fixos são baixos, já os custos variáveis são altos, já o produto tem custo alto em relação custo alto em relação ao custo das instalações. Uma questão vital para esse tipo de arranjo é a disposição dos recursos sem que ocorra interferência durante a execução de produção. Exemplos: estaleiros, fábrica de aeronaves, montagem industrial. |
| ii. Arranjo físico por processo (FUNCIONAL) | <ul style="list-style-type: none"> • Durante a operação os materiais fluem através de equipamentos fixos. Etapas podem ser diferentes por tipo de produto, pode existir uma variedade de roteiros, o que pode acarretar uma programação de ocupação dos equipamentos complexa. Exemplos: confecções, fábrica de autopeças, fábrica de móveis. |
| iii. Arranjo físico celular | <ul style="list-style-type: none"> • São soluções encontradas para reduzir o caos de instalações com “lay out” por processo, nas quais a grande variedade de |

| | |
|---|--|
| (CÉLULAS DE PRODUÇÃO) | modelos de produtos e a conseqüente diversidade de roteiros de processos levaram a congestionamentos e esperar de produção. É um conjunto de equipamentos e operadores que se destina a processar determinada família de produtos. Os recursos de produção da célula são exclusivos da célula. |
| iv. Arranjo físico por produto (EM LINHA) | <ul style="list-style-type: none"> • São os materiais que fluem através dos equipamentos fixos, por um único e exclusivo roteiro. São grandes instalações e produzem grandes volumes. Apresentam alto custo fixo e em geral o custo variável unitário é baixo quando se compara com o investimento em equipamentos produtivos. Exemplo: indústria química e petroquímica. |

8. TIPO DE PRODUÇÃO

- Empurrada
- Puxada

9. VARIEDADE DA PRODUÇÃO: variação do número de mix com a seguinte classificação:

- Baixa: abaixo ou igual a 10 tipos de produtos produzidos pela empresa.
- Média: acima a 10 tipos de produtos produzidos pela empresa.
- Alta: produtos personalizados, individualizados.

10. TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO: classificação do grau de integração da automação dos equipamentos nas linhas produtivas

- Baixa: não há integração de equipamentos
- Média: existe alguma integração entre equipamentos da linha
- Alta: linha totalmente integrada

11. NATUREZA DO PRODUTO: classificação arbitrária da quantidade de componentes que compõe o produto final.

- Discreto – até 10 componentes
- Discreto – entre 11 e 20 componentes
- Discreto – Acima de 21 componentes

12. TIPO DE MERCADO

- Mercado de consumo final – mercado de massa
- Mercado de consumo final – Segmento de mercado particular
- Mercado de consumo final – nicho de mercado especial
- Mercado de bens intermediários
- Mercado de bem de capital

13. GESTÃO VISUAL

Levantamento da existência ou não de gestão visual no chão de fábrica, dados coletados do diagnóstico feito pelo consultor antes do início da consultoria.

14. PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO

Levantamento da existência ou não de planejamento e controle de produção (PCP) na empresa, dados coletados do diagnóstico feito pelo consultor antes do início da consultoria.

15. TRABALHO PADRONIZADO

Levantamento da existência ou não de trabalho padronizado (instruções de trabalho, manuais, procedimentos operacionais) na empresa, dados coletados do diagnóstico feito pelo consultor antes do início da consultoria.