



**A INFLUÊNCIA DA AUTOMAÇÃO EM UM PROCESSO DE PRODUÇÃO:  
ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA MOVELEIRA**

***THE INFLUENCE OF AUTOMATION IN A PRODUCTION PROCESS: A  
CASE STUDY IN THE FURNITURE INDUSTRY***

***LA INFLUENCIA DE LA AUTOMATIZACIÓN EN UN PROCESO DE  
PRODUCCIÓN: UN ESTUDIO DE CASO EN LA INDUSTRIA DEL  
MUEBLE***

**BAZZANELLO, Vagner Luis**

Mestre em Administração – Gestão, Internacionalização e Logística pela Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – Campus Itajaí/SC, Professor Titular Ciências Sociais Aplicadas pelo Centro Universitário do IDEAU (UNIDEAU) – Campus Getúlio Vargas/RS, Secretaria de Educação do Município de Paulo Bento/RS

**BRAMBATTI, Marcel**

Mestrando em Administração – Gestão, Internacionalização e Logística pela Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – Campus Itajaí/SC, Professor Titular Ciências Sociais Aplicadas e Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelo Centro Universitário do IDEAU (UNIDEAU) – Campus Getúlio Vargas/RS, Supervisor Financeiro na Unimed Erechim/RS

**DE PARIS, Alaécio**

Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos/RS. Coordenador dos Cursos de Ciências Sociais Aplicadas e Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelo Centro Universitário do IDEAU (UNIDEAU) – Campus Getúlio Vargas/RS

**ROMANOWSKI, Aleixon**

Mestrando em Administração – Gestão, Internacionalização e Logística pela Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – Campus Itajaí/SC, Bacharel em Direito, Empresário no ramo de Turismo





## RESUMO

A automação é um dos principais frutos dos avanços tecnológicos advindos após a segunda grande guerra e tem sido utilizada amplamente pela indústria, principalmente naqueles de produção em massa, com itens seriados, visando aumentar a eficiência técnica e alocativa, melhorar a qualidade, diminuir a dependência de mão-de-obra especializada, entre outros. Entretanto, a indústria de bens customizados de baixo e médio volumes, posicionadas nas direções dos extremos da matriz de produto-processo de Hayes e Wheelwright (1979), vem adotando a automação como forma de aumentar sua competitividade frente à concorrência. Este artigo objetiva analisar a metodologia utilizada para adequação de projetos e produção de indústrias moveleiras que buscaram na automação uma forma de crescer e aumentar sua produção. Serão avaliadas as mudanças nos conceitos de projetos, organização física da manufatura e sistemas de medição da produção adotados frente a essa nova estratégia. Será estudada uma fabricante de grande porte de móveis estofados situada no Rio Grande do Sul, atuante no mercado nacional, uma unidade fabril e vinte linhas de produtos. No estudo do caso foram percebidas cinco medidas, tratadas em etapas, em direção a automação do processo produtivo: seleção de matérias-primas, avaliação do design de produtos utilizando informações de mercado (clientes, distribuidores e parceiros), seleção e adoção de tecnologias, implantação de metodologia de projetos e, por fim, adequação do processo produtivo. Na conclusão de todas as etapas, tais medidas se traduziram em um padrão de crescimento que promove mudanças internas de forma rápida e eficiente. Por fim, esse estudo contribui na apresentação dos passos utilizados pela empresa em direção à mudança de posicionamento na matriz produto-processo proposta por Hayes e Wheelwright.

**Palavras-chave:** Automação; Eficiência; Competitividade; Matriz de produto e processo.

## ABSTRACT

Automation is one of the main products of technological advances arising after the Second World War and has been widely used by industry, mainly in mass production, aiming to increase technical and allocative efficiency, improve quality, reduce dependence specialized labor, among others. However, the low and medium volume customized goods industry, positioned towards the extremes of the product-process matrix of Hayes and Wheelwright (1979), has been adopting automation to increase its competitiveness against the competition. This article aims to analyze the methodology used to adapt projects and production of furniture industries that had seek in automation a way to grow and increase their production. Changes in design concepts, physical organization of manufacturing and production measurement systems adopted against this new strategy will be evaluated. An upholstered furniture large manufacturer located in Rio Grande do Sul, active in the national market, with one manufacturing unit and twenty product lines





will be studied. In the case study, five measures were perceived, treated in stages, towards the automation of the production process: selection of raw materials, evaluation of product design using market information (customers, distributors and partners), selection and adoption of technologies, implementation of project methodology and, finally, adequacy of the production process. Upon completion of all stages, these measures had translated into a growth pattern that promotes internal changes quickly and efficiently. Finally, this study contributes to the presentation of the steps used by the company towards the change of position in the product-process matrix proposed by Hayes and Wheelwright.

**Keywords:** Automation; Efficiency; Competitiveness; Product-process matrix.

## RESUMÉN

Este artículo tiene como objetivo analizar la metodología utilizada para adecuar proyectos y producción de industrias del mueble que buscaban en la automatización una forma de crecer e incrementar su producción. Se evaluarán los cambios en los conceptos de diseño, la organización física de la fabricación y los sistemas de medición de la producción adoptados frente a esta nueva estrategia. Se estudiará un gran fabricante de muebles tapizados ubicado en Rio Grande do Sul, activo en el mercado nacional, una unidad de fabricación y veinte líneas de productos. En el estudio de caso se percibieron cinco medidas, tratadas por etapas. Tales medidas se tradujeron en un patrón de crecimiento que promueve cambios internos de manera rápida y eficiente hacia el cambio de posición en la matriz producto-proceso propuesta por Hayes y Wheelwright.

**Palabras-claves:** Automatización; Eficiencia; Competitividad; Matriz de productos y procesos

## 1 INTRODUÇÃO

A exemplo do que acontece na natureza, os produtos fabricados pelo homem também têm um ciclo de vida. De acordo com Hayes e Wheelwright (1979), essa teoria alude ao fato de que, nos mercados, os produtos seguem uma lógica semelhante ao que acontece com os organismos vivos, ou seja, pode-se aplicar os mesmos princípios, onde haverá uma sequência previsível de eventos, com crescimento, maturação, declínio e





morte. Toda via, esse conceito enfoca o tema a partir de um viés de marketing, considerando, por exemplo, que as demais variáveis que compõem o mercado estejam submetidas ao ciclo de vida em si. Essa é a principal crítica à abordagem do ciclo de vida dos produtos.

Talvez, a implicação mais relevante da abordagem do ciclo de vida dos produtos, para o caso da manufatura, seja o ciclo de vida do processo. Da mesma maneira que um produto e um mercado passam por uma série de estágios principais, isto também ocorre com o processo de produção utilizado para fabricar esse produto. Hayes e Wheelwright (1979), propuseram um link entre os processos de manufatura e o ciclo de vida dos produtos, trabalho esse que aborda a chamada Matriz Produto-Processo, apresentada na figura 1. Nesse caso, existe uma integração entre os estágios dos ciclos de vida dos produtos e dos processos

O posicionamento correto nessa matriz implica diretamente na competitividade das organizações, uma vez que elas podem entender corretamente quais são os seus pontos fortes e quais serão os atributos de mercado mais reforçados a partir desse posicionamento. Por exemplo, uma empresa que se posicione mais ao canto superior esquerdo da matriz dificilmente poderá utilizar-se do atributo custo como seu principal fator competitivo. Por outro lado, as questões de flexibilidade e atendimento customizado serão seus principais argumentos de vendas.

A indústria do consumo faz sua parte e exige cada vez mais diversificação e essas novas opções entrantes no mercado tornam os fabricantes reféns da obsolescência programada dos seus recursos alocados. Instalações, maquinário, projetos e até mesmo o conhecimento de mercados, produtos ou serviços, precisam ser constantemente reinventados, não somente para aumentarem sua participação em um determinado segmento, mas mesmo para guardarem suas posições nos mercados em que já atuam. Esse constante jogo de oportunidades exige das organizações, principalmente aquelas posicionadas no meio da matriz produto-processo, uma série de mecanismos e técnicas voltadas à manutenção e ao aumento da competitividade.



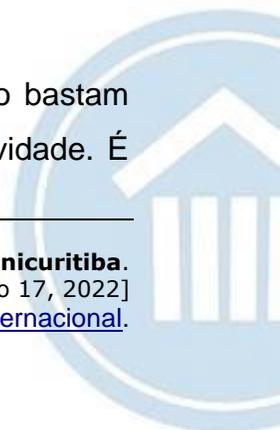


Conforme Asiedu (1998), existe um enfoque na redução dos impactos negativos dessas constantes atualizações e inovações e isso se inicia na fase de projetos. Várias metodologias de design e desenvolvimento de projetos vêm sendo aplicadas com diversos focos, sendo os principais o design para manufatura, design para montagem, design para produtividade, design para manutenção e design para qualidade. Esses métodos podem ser utilizados individualmente ou combinados, dependendo do objetivo mercadológico proposto. Todavia, o enfoque de projeto por si não basta para resolver todas as incógnitas dos custos intrínsecos às alterações constantes, é necessário que se estabeleça uma relação entre a otimização e a flexibilidade em todas as áreas, e neste trabalho serão focalizados aspectos relevantes à manufatura, exclusivamente o uso da automação como elemento estratégico para a adequação da manufatura às estratégias das organizações.

De acordo com Mathias et al. (2012), a modularidade ainda não é muito explorada nas publicações no Brasil, apesar de ser um assunto de extrema importância no cenário produtivo atual. A maioria das publicações são empíricas, centradas na modularidade de projeto e de produção e que uma maior quantidade de trabalhos deveria ser identificada sobre a modularidade de uso. Muitas das pesquisas publicadas são acerca do setor automotivo (MATHIAS et al., 2012; CARDOSO e KISTMAN, 2008), e ainda há pouco interesse em estudar a modularização em outros setores de produção.

O ramo de indústrias brasileiras que fabricam móveis para uso em empresas, nas áreas administrativas e de atendimento ao público, principalmente, é um dos exemplos que mais tem sentido essa pressão dos extremos. De um lado, a importação de produtos padronizados, produzidos em larga escala e com alto grau de automação, em países como a China, que atendem ao mercado familiar, escritórios e empresas, e de outro lado, pequenas empresas que atendem mercados locais com alto grau de customização, como cinemas, teatros, salas exclusivas e serviços especiais.

Para esses casos, criatividade e bom relacionamento no mercado não bastam para que as empresas mantenham ou melhorem seus padrões de competitividade. É





necessário o uso de muito conhecimento e técnicas apuradas de projeto e manufatura. Este trabalho traz um estudo de caso sobre o uso da automação industrial e as suas principais implicações nos conceitos de projetos e manufatura em uma indústria de móveis para escritório do Rio Grande do Sul.

## 2 AUTOMAÇÃO, MATRIZ DE POSICIONAMENTO DE PRODUTO E PROCESSO, MODULARIZAÇÃO E DFA - *DESIGN FOR ASSEMBLY*

### 2.1 AUTOMAÇÃO

A industrialização do setor moveleiro no Brasil teve suas origens em 1875, pela produção de artesãos, que montaram empresas de estrutura familiar, com pequenas oficinas de produção artesanal, geradas pelo grande aumento do fluxo imigratório no final do século XIX e início do século XX (SANTI, 2000).

Um estudo de Silva (2005), feito no setor moveleiro, mais precisamente o polo de São Paulo, demonstra que a estratégia competitiva de menor custo foi predominante nas empresas e as prioridades competitivas da estratégia de produção de maior prática e por ordenação eram a qualidade do produto acabado e o custo de produção. O estudo também relata que a maior parte das máquinas observadas nas empresas era do tipo automação fixa, que provêm de alta taxa de produção e pouca flexibilidade, caracterizando um processo de produção com pouca diversificação.

Outra pesquisa, feita no polo moveleiro do Paraná, mostrou que os investimentos em práticas de tecnologias voltadas para painéis objetivavam a alta automação e o alto volume. (SILVA et al., 2012). Uma possível razão para essa tendência da automação para quantidade, e não para diversificação no setor moveleiro é o que mostra a pesquisa de Hagashi *et al.* (2009) na indústria moveleira do paraná. Segundo Higashi *et al.* (2009), a principal inovação no padrão tecnológico das máquinas e equipamentos nas últimas décadas foi a introdução da automação microeletrônica, que substituiu a automação





eletromecânica e permitiu maior aproveitamento dos materiais, maior flexibilidade na produção e melhor qualidade nos produtos. A difusão desta tecnologia de automação é favorecida em segmentos que possam ser transformados em processos contínuos, como a produção de móveis retilíneos seriados.

Entretanto, Brainer (2018) destaca que o setor moveleiro apresenta um processo ainda muito verticalizado e a incorporação de tecnologias tem sido inferior à maioria das indústrias de transformação.

## 2.2 MATRIZ DE POSICIONAMENTO DE PRODUTO E PROCESSO

A matriz produto- processo foi inicialmente proposta por Hayes e Wheelwright (1979), e tem por objetivo identificar os processos produtivos e analisar o alinhamento destes processos com os produtos fabricados de uma empresa. A matriz busca identificar o ajuste mais adequado para o layout organizacional em relação às características de maturidade dos produtos, do processo, maturidade do mercado e tecnologias. (HAYES; WHEELWRIGHT, 1984).



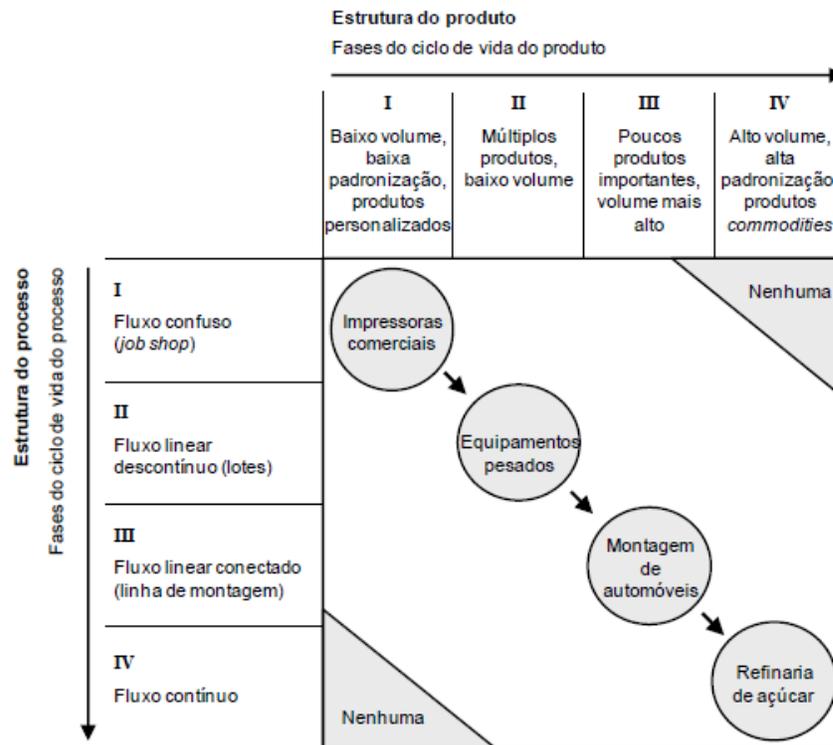


Figura 1. Matriz Produto-Processo de Hayes e Wheelwright (1979).  
Fonte: Adaptada pelos autores.

Os produtos possuem uma vida limitada e que passam por diferentes estágios, estes formam o ciclo de vida do produto que conforme (HAYES; WHEELWRIGHT, 1984) foram denominados como de introdução, de ciclo rápido, turbulência competitiva, maturidade e declínio. As mudanças nestes estágios afetam os objetivos estratégicos da empresa sendo que quatro questões são influenciadas diretamente: a variedade de produtos ofertada pela empresa, o volume de produtos, o layout industrial e a forma de competição. (BOUZAN, 2010).

As linhas da matriz representam os principais estágios pelos quais um processo de produção tende a passar quando vai da forma fluida na linha de cima para a forma sistêmica na linha de baixo. Quatro tipos básicos de processos são abordados na matriz, conforme apresentado na figura 1, produção por tarefa (*job shop*), produção em lotes,





produção em massa (linhas de montagem) e produção em processos contínuos. (SANTOS, 2014).

As colunas, por sua vez, representam as fases do ciclo de vida do produto, indo da grande variedade associada com empresas iniciantes do lado esquerdo para commodities padronizadas do lado direito (TEIXEIRA *et al.*, 2014; BOUZAN, 2010). Da mesma forma, uma empresa que esteja posicionada no canto inferior direito da matriz produto-processo não terá como atributo de vendas a flexibilidade. Estas poderão trabalhar questões como custos, qualidade entre outros. As características dessas organizações é de terem processos mais rígidos, com larga escala de produção e produtos padronizados.

Nesse sentido Slack et al. (2008) resume como os tipos de processos produtivos podem ser abordados sob o ponto de vista de volume e variedade de produtos exigidos em suas operações (Tabela 1).

*Tabela 1. Tipos de Processos por Slack et al. (2002)*

	<b>Volume</b>	<b>Variedade</b>	<b>Fluxo</b>	<b>Tarefas</b>	<b>Características</b>
<b>Fluxo Confuso (Job Shop)</b>	Baixo	Muito Alta	Intermitente	Diversas e Complexas.	Recursos de produção compartilhados entre produtos.
<b>Fluxo linear descontínuo (lotes)</b>	Médio	Alta	Intermitente em lotes.	Previsíveis e padronizada.	Cada operação processa um lote de produtos.
<b>Fluxo linear conectado (linha de montagem)</b>	Alto	Média (estreita)	Contínuo na linha de montagem, produção de subconjuntos de forma variada.	Altamente previsíveis e repetitivas.	Produtos são montados em linha a partir da alimentação de subconjuntos de produção.
<b>Fluxo contínuo</b>	Muito Alto	Baixa	Ininterrupto	Altamente previsível e altamente repetitiva.	Fluxo de produção contínuo de alto investimento e tecnologias relativamente inflexíveis.

Fonte: Adaptado pelos autores.





Para aquelas organizações posicionadas nas regiões do meio da matriz produto-processo, o uso de modelos mistos, juntando de um lado larga escala de produção e de outro a flexibilidade e a diversificação das entregas, tem se mostrado uma estratégia importante para manterem-se competitivas.

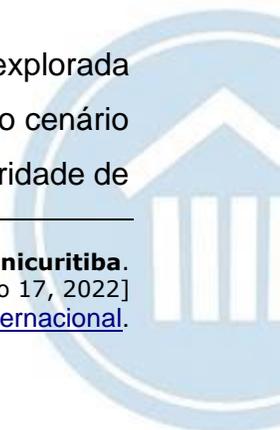
Essas empresas são pressionadas, por um lado, pela produção em larga escala, que garante, em geral, produtos mais baratos e de melhor qualidade, e por outro lado, por produtos customizados, que buscam atender as mesmas funções daqueles produzidos em larga escala, mas com um grau maior de adaptação às necessidades dos consumidores. É uma guerra competitiva declarada e as melhores oportunidades parecem alternar sua tendência sempre para um dos lados.

Uma das premissas da matriz produto-processo é que a empresa apresenta um desempenho competitivo superior em relação as demais empresas, quando o sistema de produção está situado na diagonal da matriz, ou seja, parte-se do princípio que existe uma combinação ótima entre a relação produto e processo (SANTOS, 2014).

## 2.3 MODULARIZAÇÃO

A modularidade é explorada por diferentes indústrias ao redor do mundo. Pesquisas sobre modularização em setores como projeto e produção de componentes eletrônicos (ARNHEITER; HARREN, 2006; HUANG *et al.*, 2012), câmeras fotográficas e computadores (ARNHEITER; HARREN, 2006) e móveis (CARIDI *et al.*, 2012), na indústria automotiva (CORBETT, 2014), comprovam a importância do tema em diversas áreas do conhecimento.

De acordo com Mathias *et al.*, (2012), a modularidade ainda não é muito explorada nas publicações no Brasil, apesar de ser um assunto de extrema importância no cenário produtivo atual. A maioria das publicações são empíricas, centradas na modularidade de





projeto e de produção. Muitas das pesquisas publicadas são acerca do setor automotivo (MATHIAS *et al.*, 2012; CARDOSO e KISTMAN, 2008), e ainda há pouco interesse em estudar a modularização em outros setores de produção.

Para Corbett (2014) e Cardoso (2008), a utilização da modularização em indústria moveleiras é viável, devido ao fato de que possibilita satisfazer os diversos requisitos dos clientes, com uma variedade maior de itens atendendo a usos diversos e ainda permitindo respostas rápidas as necessidades dos consumidores devido a possibilidade de renovação contínua da linha de produtos.

O objetivo principal da modularização conforme Mathias *et al.* (2012), é a busca pela simplificação da estrutura ou arquitetura do produto, resultando com isso a redução de custos de nos projetos e processos. Baldwin e Clark (1997) apresentam o conceito de modularidade como sendo o processo de construção de um produto com alta complexidade a partir de subsistemas ou famílias de menor escala, na qual há a possibilidade de ser fabricado de forma independente.

Huang (2000) define o conceito de módulos como sendo os componentes ou o conjunto de componentes na qual suas especificações seguem um padrão pré-definido. Como produtos modulares compreendem-se os produtos, sistemas ou componentes capazes de executar suas funções através da combinação dos módulos. A modularização pode ser ainda uma estratégia da organização para obter a diferenciação através da customização de produtos. (CARDOSO, 2008; MATHIAS *et al.*, 2012). Para Caridi (2012) a modularidade é uma estratégia para organizar de forma eficiente os processos e produtos complexos.

Sako e Murray (2000), apresentam o conceito de modularização em três categorias distintas: a modularização como sendo dois ou mais módulos que combinados com uma estrutura básica, criam variáveis de produtos pertencentes a mesma família; a combinação de diferentes estruturas básicas, dividindo o mesmo módulo, criam diferentes variáveis de produtos pertencentes a diferentes famílias; e por fim, uma





estrutura básica, pode ser substituída por um ou vários módulos criando a variação em relação ao número de módulos e localização dos mesmos.

## 2.4 DFA - *DESIGN FOR ASSEMBLY* (DESIGN PARA MONTAGEM) E DFM - *DESIGN FOR MANUFACTURING* (DESIGN PARA MANUFATURA)

De acordo com Boothroyd e Alting (1992), o *design for assembly* é o projeto do produto que foca em uma fácil montagem das partes. A montagem pode ser vista como a união de componentes, formando um produto, ou então a adição de uma parte a um produto semiacabado (BOOTHROYD E ALTING, 1992).

A automação unida ao *design for assembly* tem sido utilizada em larga escala nos mais importantes e variados projetos, como é relatado em Kock *et al.* (2011), que apresenta uma metodologia de montagem com cooperação entre humanos e robôs. Boothroyd e Alting (1992) fizeram uma revisão de 50 anos de pesquisas em *design for assembly* e enumeraram os benefícios de implementar o DFA logo nas primeiras fases do projeto do produto. Entre eles estão a simplificação dos produtos, a queda dos custos com manufatura e montagem, a melhoria da qualidade, entre outros. A fase de montagem do produto é direta e profundamente influenciada por diversas variáveis do processo produtivo, como a modularidade e o projeto em si do produto (PARALIKAS *et al.*, 2011).

Assim também o *design for manufacture* é usado como estratégia de empresas para alcançar uma posição de competitividade a nível mundial, com produtos de alta qualidade (SHINA, 1991). No DFM o produto é projetado desde o início com vistas a facilitar todas as fases de fabricação, como moldagem, adequação às máquinas disponíveis, soldagem, entre outros (SIMPSON e RITCHIE, 2012).

## 3 METODOLOGIA





O método adotado para a realização desta pesquisa foi o estudo de caso único. O objetivo principal deste método é contribuir para a construção do conhecimento, estudar de modo aprofundado o objeto de pesquisa, que neste contexto é a indústria moveleira da Região Sul do Brasil.

O método de estudo de caso permite que os investigadores retenham informações detalhadas do objeto de pesquisa (Yin, 2010). Trata-se de uma abordagem empírica empregada para a investigação, e que é responsável por realizar a análise de um ou mais objetos resultando na aquisição de conhecimento mais aprofundado sobre o fenômeno para o pesquisador (GIL, 2010; OLIVEIRA, 2010; MIGUEL 2012).

Quanto à natureza, esta pesquisa é classificada como aplicada, pois tem por finalidade resolver questões e problemas identificados na sociedade na qual os pesquisadores vivem com objetivo de aplicação para uma situação específica. (GIL, 2010). Em relação a abordagem o estudo classifica-se como qualitativo, pois busca um estudo detalhado e aprofundado dos fatos em questão; a pesquisa qualitativa é caracterizada como sendo uma tentativa de explicar em profundidade o significado e as características do resultado das informações obtidas, sem a mensuração quantitativa de características ou comportamento. Esta abordagem considera que há uma relação entre a realidade e o sujeito atribuindo significados através da interpretação dos fenômenos (SILVA; MENEZES, 2005; OLIVEIRA, 2010; MIGUEL, 2012).

Em relação ao nível de pesquisa, o presente estudo foi classificado como descritivo e exploratório. A pesquisa descritiva estuda, analisa, registra e interpreta os fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador, apenas descrevendo o fenômeno investigado (GIL, 2010; ACEVEDO; NOHARA, 2013; MEDEIROS, 2011). Já a pesquisa exploratória estabelece critérios, métodos e técnicas para elaboração de uma pesquisa e visa levantar informações sobre o objeto de pesquisa e orientar a formulação de hipóteses, mapeando as manifestações do objeto pesquisado, (MEDEIROS, 2011; SEVERINO, 2007).





Para a construção do referencial teórico, o procedimento adotado foi a pesquisa bibliográfica em periódicos científicos internacionais e nacionais, bem como em livros. Os dados foram obtidos através de entrevistas semiestruturadas com os diretores financeiro e industrial. A unidade de análise deste estudo é uma indústria moveleira, localizada no estado do Rio Grande do Sul. A empresa pesquisada está há 30 anos no mercado, seus clientes estão distribuídos por todas as regiões do Brasil, principalmente Nordeste e Sudeste, e até o momento não trabalha com exportação. Conta hoje com 500 funcionários. Seu portfólio atualmente é formado por 20 linhas diferentes de móveis estofados para escritórios, totalizando mais de 200 combinações diferentes. Os produtos são feitos para escritórios, igrejas, auditórios, e apenas uma pequena parte para ambientes domésticos.

## 4 ESTUDO DE CASO

As empresas moveleiras do sul do Brasil tem passado por um processo de crescimento acelerado desde a década de 90. Isso se deu principalmente através do aporte de tecnologias que proporcionaram aumento de produtividade, redução da mão-de-obra, melhorias na qualidade dos produtos, e redução nos custos de fabricação.

Esse aporte de tecnologias, porém, impactou em mudanças profundas desde a concepção dos projetos desses móveis, até os moldes das estruturas fabris, passando pelos sistemas de armazenagem, transporte e distribuição. As peças que até então poderiam ser exclusivas para cada cliente, ou mesmo poderiam ter pequenas variações devido aos processos de produção manuais, passaram a ser modelos seriados, cópias idênticas produzidas por máquinas de alta precisão, e em grandes lotes.

Contudo, essa padronização não se resumiu à produção em larga escala de apenas um modelo de produto. Para continuar competitivas no mercado, essas empresas precisaram refazer seus projetos elaborando diversos modelos de produtos que pudessem, através de combinações de componentes, oferecer variadas opções de





escolha aos clientes. Essa mudança nos conceitos de projetos precisou conciliar as expectativas dos consumidores, ávidos por novidades, e a manufatura configurada para produzir grandes lotes de peças padrões.

Por outro lado, a manufatura teve que buscar soluções para atender ao alto nível de variedade dos componentes a serem produzidos, com a necessidade de otimizar seus equipamentos e seus sistemas de produção em larga escala. As formas de programação e controle da produção precisaram evoluir para sistemas mais apurados buscando atender níveis mínimos de eficiência e produtividade.

São esses parâmetros de mudança e adaptação que se busca identificar e estudar nesta pesquisa, de forma a proporcionar esse conhecimento a empresas que pretendem crescer utilizando a automação como forma de viabilizar essa expansão. Para isso, faz-se um estudo de caso em uma indústria de móveis para escritório que passou por um processo de crescimento e expansão dos seus negócios desde a década de 90 e utilizou a automação como uma das formas de sustentar esse crescimento.

Com um portfólio de 20 linhas de produtos de móveis estofados, a empresa atende o mercado nacional na proporção de 60% a região Sudeste e 40% os demais Estados da Federação.

Seu volume mensal de vendas é de aproximadamente 100.000 unidades e a maior concentração está naquelas linhas que atendem o uso em escritórios em geral e o uso doméstico. Seus principais clientes diretos são pequenas lojas de materiais para escritórios, que compram pequenas quantidades de diversos modelos e algumas redes de lojas maiores que compram alguns modelos específicos em grandes quantidades para distribuírem entre as suas unidades e venderem para consumidores domésticos, principalmente. Além desses mercados, a empresa ainda atende usos específicos, customizados, como redes de bancos, igrejas e auditórios em geral.

Seu parque fabril conta com cerca de 500 funcionários, instalações para recebimento e armazenagem de matérias-primas, para metalurgia, para estofarias, para montagem de produtos, para armazenagem de produtos acabados, para expedição e





carregamento das remessas ao mercado e setores administrativos. Além disso, a empresa conta com frota própria de caminhões que realizam as entregas dos produtos em território nacional.

O número de opções de produtos, mais de 200 combinações diferentes, é, ao mesmo tempo, um diferencial de mercado e um desafio para os moldes tradicionais dos setores de manufatura. Para atender à demanda de baixa escala por modelo de produto e ao mesmo tempo garantir um padrão mínimo de eficiência dos recursos da fábrica, a empresa precisa desenvolver sistemas inovadores desde o desenvolvimento dos projetos até a forma de fabricar os produtos.

A empresa estudada planejou seu crescimento seguindo uma série de etapas distintas, o que proporcionou-lhe fazer de forma organizada as grandes mudanças necessárias para o seu crescimento. Essas etapas ocorreram ao longo de uma década e diversas ocasiões aconteceram ao mesmo tempo. Contudo, para efeito de melhorar o entendimento deste trabalho, cada etapa é explicada separadamente, ao todo serão 5.

## 4.1 PRIMEIRA ETAPA: MATÉRIAS-PRIMAS

A primeira etapa do planejamento de crescimento da empresa foi o estudo de quais matérias-primas poderiam ser utilizadas para a construção dos móveis. O foco foi a utilização de alguns poucos modelos de materiais e a partir deles explorar diversos formatos e arranjos estruturais. Com isso, mesmo que se desenvolva uma matéria-prima inovadora ou experimental, é indispensável expandir seu uso através da elaboração de vários diferentes desenhos.

A otimização das matérias-primas também traz outros benefícios relacionados ao poder de barganha na hora das compras, pois negociam-se volumes maiores e abrem-se portas para importações de mercados como a China, ou compras diretas de grandes distribuidores, sem passar pelos atravessadores que fazem a distribuição de volumes menores.





## 4.2 SEGUNDA ETAPA: DESIGN DE PRODUTOS

A segunda etapa ocorreu em nível de design dos produtos. Nessa etapa a empresa avaliou, a partir dos modelos de produtos que já oferecia ao mercado, quais novas combinações poderiam ser feitas e quais os modelos de produtos que estavam sendo oferecidos por seus concorrentes e estavam tendo boa aceitação dos consumidores. Para essa última pesquisa, a empresa utilizou informações da sua rede de distribuidores e parceiros.

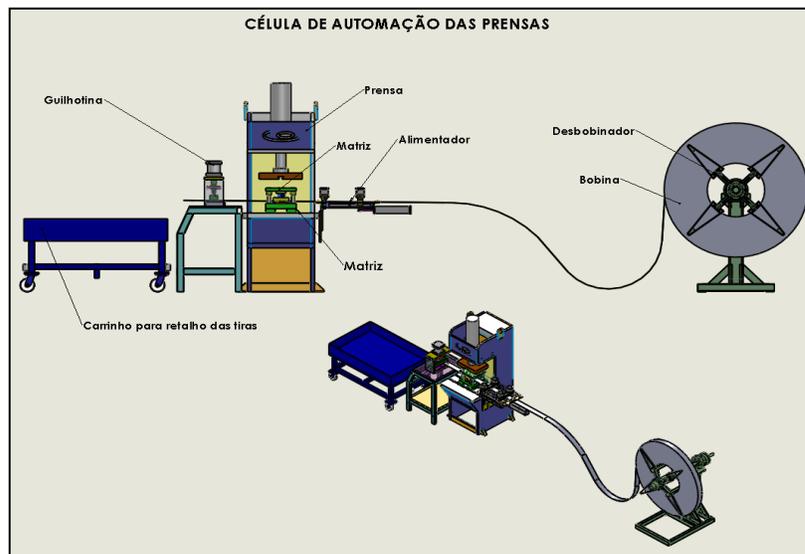
Foram identificadas tendências de mercado e materiais que possivelmente sairiam de moda ou novas matérias-primas que poderiam ser adquiridas para complementar o portfólio de produtos. Novos modelos e combinações foram incluídos à lista de opções de produtos já existente e um catálogo de produtos foi oferecido ao mercado.

## 4.3 TERCEIRA ETAPA: TECNOLOGIAS DE MANUFATURA

A terceira etapa do planejamento foi a definição da tecnologia a ser utilizada na manufatura. Os responsáveis pela produção e engenharia da empresa definiram quais máquinas, equipamentos e processos de fabricação poderiam ser mantidos e quais deveriam ser substituídos por novas tecnologias que melhorassem a produtividade e a eficiência. Nesse ponto, a empresa optou pela automação de diversos dos seus processos de fabricação.

Nos setores de caldeiraria, foram instalados sistemas de prensas para estampar e dobrar peças a partir de bobinas *slitter*, substituindo os processos de estampar peças a partir de *blanks* individuais, conforme mostra a figura 2. Também nesse setor foram instaladas curvadoras CNC para tubos, substituindo dobradeiras de roldanas manuais.





**Figura 2.** Célula de automação das prensas.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

No setor de soldas foram adquiridos robôs que substituíram os processos de soldas manuais. Com isso, os mesmos operadores que faziam as soldas manuais, após serem treinados, aumentaram sua produtividade em até 93% um ano após a instalação dos equipamentos. Os setores de tratamento de superfícies e pintura a pó foram automatizados, as peças eram colocadas em uma esteira ainda no setor de soldagem e somente eram retiradas após a pintura, no setor de montagem de componentes. Para fazer as montagens de alguns componentes, como rodízios e bases giratórias, mostradas na figura 2, até então executadas manualmente, a empresa optou pela instalação de dispositivos automatizados. Esses dispositivos permitiram um aumento de 70% da produção em seis meses, sem o acréscimo de mão-de-obra.





*Figura 3. Componentes para montagem dos móveis.*

*Fonte: Elaborado pelos autores*

No setor de estofaria a empresa optou por automatizar os sistemas de enfiesto e corte de tecido instalando enfiestadeira e centro e corte CNC. Esses dispositivos, além de proporcionarem aumento de até 100% na produção horária em relação aos processos manuais, possibilitaram redução de até 20% no desperdício de tecidos. Também foram automatizadas nessa mesma célula de trabalho, quatro bancadas de revestimentos dos assentos e encostos das poltronas. Foram substituídos os processos de grampeação manual por fixação através de grampos instalados por máquinas. Também os processos de armazenagem e controle dos estoques tiveram um incremento de tecnologia que permitiu melhorar a acuracidade dos estoques e a automatização permitiu que as movimentações para armazenar os produtos e retirá-los dos estoques necessitassem apenas de um operador para controlar o sistema. Esse mesmo volume de trabalho era feito por aproximadamente 10 funcionários.

#### 4.4 QUARTA ETAPA: METODOLOGIAS DE PROJETOS

A quarta etapa consistiu na definição da metodologia de projetos a ser utilizada para atender às definições do design, utilizando as matérias-primas escolhidas e os processos de manufatura automatizados. Nessa etapa, vários aspectos precisaram ser considerados para conciliar as necessidades da empresa, como formatos dos materiais





e dos componentes, arranjos dos componentes, dimensionais das matérias-primas e especificações do design.

Nessa etapa a empresa utilizou o conceito de modularização associado aos conceitos de *Design For Assembly* e *Design For Manufacturing*. Vários componentes foram projetados como módulos para poderem ser utilizados em diversas composições finais de produtos, proporcionando modelos diversificados e acabamentos variados. Esses conceitos também proporcionaram a otimização dos lotes de produção, do aproveitamento das matérias-primas e dos locais para armazenagem dos produtos em elaboração e dos produtos acabados. Diversos componentes foram projetados para serem utilizados em várias combinações de produtos variando apenas aspectos como cor, acabamentos e texturas, conforme mostrado na figura 2.

#### 4.5 QUINTA ETAPA: IMPLANTAÇÃO NO PROCESSO PRODUTIVO

A quinta e última etapa de implantação consistiu na definição das formas de programação de produção, montagem, armazenagem, separação dos pedidos e expedição de toda a produção. Toda a lógica de programação da produção precisou levar em considerações três grandes processos da empresa, conforme mostrado na figura 4.



**Figura 4.** Fluxo de programação e controle da produção da empresa.  
Fonte: Elaborado pelos autores.





Nessa etapa foi fundamental a utilização das definições dos projetos feitas na quarta etapa, pois foi a partir da estruturação de cada produto que o setor de programação da produção pôde identificar quais componentes seriam utilizados em cada modelo de produto e a quantidade desses componentes que seriam utilizados. Com base nesses dados, o setor de PCP (Planejamento e Controle da Produção) da empresa cruzou as informações com as previsões de vendas para cada modelo de produto, feitas pelo setor comercial dessa empresa e estabeleceu as previsões de consumo para cada um dos modelos de componentes utilizados. O passo seguinte foi calcular, com base nas especificações de capacidades de produção e tempos de preparação e setup de cada processo da fábrica, o tamanho dos lotes que pudessem atender aos requisitos de previsões, mantendo bons níveis de eficiência e produtividade na fábrica. Com esses dados, o setor de PCP calculou os volumes de produção de cada componente e com isso estabeleceu o volume de estoque para cada componente e o tempo médio de permanência no estoque de cada um desses itens. Esses números foram então encaminhados para validação junto ao setor de controladoria e depois de feitos os ajustes necessários, o PCP passou a fazer a programação e o controle da produção dos componentes e dos produtos acabados na fábrica.

Com essas medidas, a empresa apresentou um crescimento de 450% no seu faturamento bruto em 5 anos, aumentou seu número de funcionários de 350 para 490 nesse mesmo período e aumentou 3 vezes a sua área fabril construída. O custo médio dos seus produtos foi reduzido em aproximadamente 12,5% nos últimos 5 anos, principalmente devido à otimização das suas compras e ao aumento da sua produtividade. Seus negócios foram expandidos para cidades e estados onde antes do movimento de automação não fornecia seus produtos e ainda, com a baixa dos custos, entrou em mercados até então dominados pelos produtos importados da China.

## CONCLUSÃO





O sequenciamento das etapas de implantação da automação como forma de levar a empresa ao crescimento mostrou-se uma forma de planejamento, mesmo que simples, muito eficiente. Esse sequenciamento tornou-se uma espécie de fórmula para a empresa de forma que, sempre que uma nova linha de produtos for lançada, uma nova tecnologia for implementada na manufatura ou quando as previsões de vendas forem significativamente alteradas, cada um dos passos apresentados na figura 4 pode ser repetido. Com isso, a empresa definiu um padrão para o crescimento e um padrão para a promoção de mudanças internas de forma rápida e eficiente. Com isso, a automação combinada com um planejamento detalhado dos requisitos de projetos e manufatura para sua implantação, mostrou-se uma alternativa eficiente para que as empresas possam crescer, mudando de posição na matriz de produto e processo.

Desta forma, a principal contribuição deste trabalho é apresentar os passos utilizados pela empresa para fazer a sua mudança de posicionamento na matriz de produto e processo de Hayes e Wheelwright, ligando cada um dos passos aos principais conceitos de projetos e de manufatura aplicados ao contexto em que a empresa está inserida. É possível identificar como os conceitos de orientação de design e projetos foram ligados aos passos de planejamento e mudança em todas as áreas, possibilitando assim o crescimento da empresa.

## REFERÊNCIAS

ARNHEITER, E. D.; HARREN, H. Quality management in a modular world. **The TQM Magazine**, v. 18, n. 1, p. 87-96, 2006.

ASIEDU, Y.; GU, P. Product life cycle cost analysis: state of the art review. **International journal of production research**, v. 36, n. 4, p. 883-908, 1998.

BALDWIN, C. Y.; CLARK K. B. **Managing in the age of modularity**. Harvard Business Review, v. 75, n. 5, p. 84-93, 1997.

BOOTHROYD, G; ALTING, L. **Design for assembly and disassembly**. CIRP Annals - Manufacturing Technology. V. 41, n. 2, p. 625–636, 1992.





BRAINER, M. S. C. P. **Setor Moveleiro: Aspectos gerais e tendências no Brasil e na área de atuação do BNB.** Caderno Setor ETENE. n.34, p.1-22, 2018.

CARDOSO, M. A.; KISTMAN, V. B. **Modularização e design na indústria automotiva: o caso do modelo Fox da Volkswagen do Brasil.** Revista Produção on line. v. 8, n. 4, p. 146-169, 2008.

CARIDI, M.; PERO, M.; SIANESI, A. **Linking product modularity and innovativeness to supply chain management in the Italian furniture industry.** International Journal Production Economics, v. 136, p. 207–217, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Link manufacturing process and product life cycles.** Harvard Business Review, v. 57, n. 1, p. 133-140, 1979.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing.** New York, NY: John Wiley & Sons, 1984.

HIGASHI, H. Y.; OLIVEIRA, R. S.; MEINERS, W. E. M. A. **O desenvolvimento recente da competitividade da indústria de móveis do Paraná.** Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, n.117, p.53-77, jul./dez. 2009

HUANG, C. C. et al. **A novel approach to product modularity and product disassembly with the consideration of 3R-abilities.** Computers & Industrial Engineering, v. 62, n. 1, p. 96-107, 2012.

HUANG, C. C. **Overview of modular product development.** ROC, v. 24, n. 3, 2000. Disponível em <<https://bit.ly/huangoverviewmodularpd>> Acesso em 21/08/2021.

KOCK, S.; VITTOR, T.; MATTHIAS, B.; JERREGARD, H.; KÄLLMAN, M.; LUNDBERG, I. **Robot concept for scalable, flexible assembly automation: A technology study on a harmless dual-armed robot.** Assembly and Manufacturing, 2011.

MATHIAS, E.; KUBOTA, F. I.; MIGUEL, P. A. C. **Uma análise das publicações sobre modularidade no setor automotivo nos principais periódicos sobre Engenharia de Produção no Brasil.** Exacta, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 223-236, 2012.

MEDEIROS, J. B. **Redação Científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas.** 11ª. Ed., 4. Reimp. São Paulo: Atlas, 2011.

PARALIKAS, J.; FYSIKOPOULOS, A.; PANDREMENOS, J.; CHRYSOLOURIS, G. **Product modularity and assembly systems: An automotive case study,** CIRP Annals - Manufacturing Technology, v 60, p. 165–168, 2011.





SAKO, M.; MURRAY, F. **Modules in design, production and use: implications for the global automotive industry**. Presented to International Motor Vehicle Program (IMVP) Annual Sponsors Meeting, Cambridge Massachusetts, USA, 5-7 Oct. 2000.

SANTI, M. A. **Contribuição aos estudos sobre as origens da produção seriada do mobiliário no Brasil: a experiência Móveis Cimo S/A**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SEVERINO. A. J., **Metodologia do trabalho científico** – 23 ed. rev. atualizado – São Paulo: Cortez, 2007.

SHINA, S. G. **Concurrent Engineering and Design for Manufacture of Electronics Products**. Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.

SILVA, E. M. da; SANTOS, F. C. A. **Análise do alinhamento da estratégia de produção com a estratégia competitiva na indústria moveleira**. Revista Produção, v. 15, n. 2, p. 286-299, Maio/Ago. 2005.

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

SIMPSON, G.; RITCHIE, J. **ENGINEERING APPLICATIONS: A Project Resource Book**. Butterworth-Heinemann, 2 Dez de 2012 - 240p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

