

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RODRIGO ASSUNÇÃO E SILVA DO CARMO

**Maturidade Organizacional na Docol Metais Sanitários Ltda.: Uma Análise
Baseada nos Conceitos da Indústria 4.0**

CURITIBA

2024

RODRIGO ASSUNÇÃO E SILVA DO CARMO

Maturidade Organizacional na Docol Metais Sanitários Ltda.: Uma Análise Baseada nos Conceitos da Indústria 4.0

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Industrial 4.0, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de PÓS-GRADUAÇÃO em Engenharia Industrial 4.0.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Valle

CURITIBA

2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, devo agradecer à minha família, que foi minha perpétua rocha sustentadora e a fonte de inspiração em toda a extensão deste longo projeto. Particularmente, devo um grande obrigado à minha esposa, Thais Pismel, por seu amor, paciência e compreensão sem fim. Nada do que vem a seguir. Também gostaria de agradecer à minha empresa, Docol Metais Sanitários, por um ambiente profissional que estimula e desafia. Obrigado pela confiança que você depositou em mim e pelos projetos reais e desafiadores dos quais fui incumbido. Para todos os outros que ajudaram, de qualquer maneira, em fazer este trabalho acontecer, muito obrigado.

RESUMO

O trabalho visa diagnosticar a maturidade da área de manufatura da Docol Metais Sanitários, utilizando a metodologia da German Academy of Science and Engineering (Acatech) e VDMA. O estudo foca em quatro áreas estruturais: Cultura, Recursos, Estrutura Organizacional e Sistemas de Informação. A pesquisa envolveu a criação de um grupo multifuncional composto por membros das áreas de manufatura, engenharia, informática, logística, RH e marketing. Esses membros se reuniram periodicamente para desenvolver o modelo de maturidade baseado nos seis estágios de desenvolvimento: Informatização, Conectividade, Visibilidade, Transparência, Capacidade de Predição e Adaptabilidade.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Maturidade Organizacional, Transformação Digital e Análise de Competências.

ABSTRACT

The study aims to diagnose the maturity of the manufacturing area at Docol Metais Sanitários, using the methodology of the German Academy of Science and Engineering (Acatech) and VDMA. The research focuses on four structural areas: Culture, Resources, Organizational Structure, and Information Systems. The study involved the creation of a multifunctional group composed of members from the manufacturing, engineering, IT, logistics, HR, and marketing areas. These members met periodically to develop the maturity model based on the six stages of development: Computerization, Connectivity, Visibility, Transparency, Predictive Capability, and Adaptability.

Keywords: Industry 4.0, Organizational Maturity, Digital Transformation, and Competence Analysis.

Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2. Objetivos | 9 |
| 2.1 Objetivo Geral | 9 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 9 |
| 3. Revisão Teórica | 10 |
| 3.1 O Índice de Maturidade Acatech da Indústria 4.0..... | 13 |
| 3.1.1 Estágio 1: Informatização..... | 14 |
| 3.1.2 Estágio 2: Conectividade..... | 15 |
| 3.1.3 Estágio 3: Visibilidade..... | 15 |
| 3.1.4 Estágio 4: Transparência..... | 15 |
| 3.1.5 Estágio 5: Capacidade Preditiva..... | 15 |
| 3.1.6 Estágio 6: Adaptabilidade | 16 |
| 3.2 Concepção do Modelo Geral..... | 16 |
| 3.3 Áreas Estruturais da Corporação | 17 |
| 3.3.1 Área Estrutural: Recursos..... | 18 |
| 3.3.2 Área Estrutural: Estrutura Organizacional | 20 |
| 3.3.3 Área Estrutural: Sistema de Informação | 21 |
| 3.3.4 Área Estrutural: Cultura..... | 23 |
| 3.4 Áreas Funcionais da Corporação | 25 |
| 3.4.1 Área Funcional: Desenvolvimento..... | 25 |
| 3.4.2 Área Funcional: Manufatura | 26 |
| 3.4.3 Área Funcional: Logística | 26 |
| 3.4.4 Área Funcional: Serviços | 26 |
| 3.4.5 Área Funcional: Marketing e Vendas..... | 27 |
| 4. Aplicação dos Conhecimentos..... | 27 |
| 4.1 Maturidade da Manufatura Docol para a Área Estrutural: Recursos | 28 |
| 4.1.1 Competência: Fornece Competências Digitais | 28 |
| 4.1.2 Competência: Aquisição de Dados Automática através de Sensores e Atuadores | 29 |
| 4.1.3 Competência: Processamento de Dados Descentralizados | 29 |
| 4.1.4 Competência: Processamento de Dados Descentralizados | 30 |

| | |
|--|----|
| 4.1.5 Competência: Interface Digital..... | 31 |
| 4.2 Maturidade da Manufatura Docol para a Área Estrutural: Estrutura Organizacional..... | 31 |
| 4.2.1 Competência: Gestão Ágil/Comunidades Flexíveis..... | 32 |
| 4.2.2 Competência: Gestão de Direitos de Decisão..... | 32 |
| 4.2.3 Competência: Sistema Motivacional para Atingimento da Meta | 33 |
| 4.2.4 Competência: Gerenciamento Ágil..... | 34 |
| 4.2.5 Competência: Foco no valor do cliente..... | 35 |
| 4.2.6 Competência: Cooperação na cadeia de valor..... | 36 |
| 4.3 Maturidade da manufatura Docol para a área estrutural: Sistema de Informação..... | 36 |
| 4.3.1 Competência: Disponibilidade e entrega da informação..... | 36 |
| 4.3.2 Competência: Análise de dados automatizado..... | 37 |
| 4.3.3 Competência: Infraestrutura de TI..... | 38 |
| 4.3.4 Competência: Armazenamento de dados..... | 39 |
| 4.3.5 Competência: Interface..... | 39 |
| 4.3.6 Competência: Governança de dados..... | 40 |
| 4.3.7 Competência: Segurança de TI..... | 41 |
| 4.4 Maturidade da manufatura Docol para a área estrutural: Cultura | 42 |
| 4.4.1 Competência: Confiança entre sistemas e processos..... | 42 |
| 4.4.2 Competência: Estilo democrático da liderança..... | 43 |
| 4.4.3 Competência: Liberdade de expressão..... | 44 |
| 4.4.4 Competência: Aprendizado baseado em dados (PDCA)..... | 44 |
| 4.4.5 Competência: Abertura para inovação..... | 45 |
| 4.4.6 Competência: Modelagem das mudanças..... | 46 |
| 4.4.7 Competência: Desenvolvimento continuado dos profissionais | 47 |
| 4.4.8 Competência: Reconhecimento do valor dos erros..... | 48 |
| 5.Resultados e Discussões..... | 49 |
| 5.1 Maturidade da Área de Manufatura..... | 49 |
| 5.2.1 Area Estrutural: Recursos..... | 49 |
| 5.2.2 Área Estrutural: Estrutura Organizacional..... | 51 |
| 5.2.3 Área Estrutural: Sistema da Informação..... | 52 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 5.2.4 Área Estrutural: Cultura..... | 53 |
| 6. Conclusões | 56 |
| Referências | 58 |

1. Introdução

O termo Indústria 4.0 está no centro de muitas visões futuristas de líderes empresariais, economistas e decisores políticos. O que este termo, cada vez mais comum nos meios empresariais, significa? Como ingressar nesta nova onda chamada de quarta revolução industrial? Este estudo pretende abordar essas questões utilizando ferramentas desenvolvidas pelos precursores desse movimento no mundo, que se iniciou na Alemanha e nos Estados Unidos em 2011. Será realizada uma revisão de literatura utilizando como base o estudo promovido pelo governo alemão em parceria com a German Academy of Science and Engineering (Acatech), que trata de um modelo de definição do quanto uma empresa está alinhada com os conceitos da chamada Indústria 4.0, utilizando uma metodologia para geração de índices de maturidade. Esses índices são desdobrados nas competências das áreas estruturais, especificamente aplicados para as áreas funcionais, que neste estudo, serão aplicados na área funcional de manufatura da empresa Docol Metais Sanitários Ltda. O resultado será o diagnóstico da área de manufatura frente aos conceitos da Indústria 4.0, com pontuação em uma escala de maturidade de competências para as áreas estruturais de recursos, estrutura organizacional, sistemas de informação e cultura.

2. Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Realizar o diagnóstico de maturidade da empresa Docol Metais Sanitários Ltda com base nos conceitos da indústria avançada, mais especificamente sob os conceitos da vertente alemã da indústria avançada denominada como "Indústria 4.0". O diagnóstico é embasado sob a metodologia estabelecida pela German Academy of Science and Engineering (Acatech) e VDMA, com foco em quatro áreas-chave: cultura, recursos, estrutura organizacional e sistemas de informação. O objetivo é gerar conhecimento baseado em dados e implementar ações nas áreas estratégicas diagnosticadas com baixa maturidade nos conceitos da indústria avançada.

2.2 Objetivos Específicos

A implementação prática dos conceitos da indústria avançada consiste na formação de um grupo focal multissetorial patrocinado pela alta direção da Docol, envolvendo as áreas de manufatura, tecnologia da informação, logística, marketing, engenharia de produtos, vendas e recursos humanos para o estudo dos modelos de maturidade da indústria avançada baseados na metodologia da Acatech e VDMA. O foco deste estudo é exclusivamente para a área de manufatura. A análise de maturidade desdobra-se na definição dos níveis de maturidade das 27 competências das áreas estruturais: cultura, recursos,

estrutura organizacional e sistemas de informação. O resultado desta etapa é a definição dos níveis de maturidade da área de manufatura.

Na segunda etapa, realizar o diagnóstico com a visão geral da empresa, correlacionar as competências com as áreas responsáveis, priorizar, identificar ferramentas, ações e indicadores para acompanhamento da evolução do nível de maturidade.

Na terceira etapa, serão realizados o planejamento e a implementação em uma célula de manufatura piloto utilizando conceitos de indústria avançada.

3. Revisão Teórica

O termo "Indústria 4.0" foi introduzido em janeiro de 2011 pelo grupo governamental alemão "Communication Promoters Group of the Industry-Science Research Alliance" (Grupo de Promotores de Comunicação da Aliança de Pesquisa Indústria-Ciência) em parceria com a Acatech (Academia Nacional de Ciência e Engenharia) para descrever a ampla integração das informações e das tecnologias de comunicação na produção industrial. As indústrias estão enfrentando desafios disruptivos substanciais relativos aos recentes conceitos tecnológicos, como internet das coisas, sistemas ciberfísicos ou manufatura baseada em nuvem, por exemplo. O termo "Indústria 4.0" refere-se ao impacto revolucionário dessa nova onda tecnológica como o passo seguinte às três revoluções industriais anteriores.

A primeira revolução industrial ocorreu em meados do século XVIII e início do século XIX, impulsionada pela invenção da máquina a vapor e pela expansão da indústria têxtil com o uso do tear mecânico. A segunda revolução industrial ocorreu no final do século XIX, ocasionada pelo emprego do aço, a utilização de energia elétrica, dos combustíveis derivados do petróleo, motores a combustão e produtos químicos. A terceira revolução industrial teve início fortemente no século XX, após a Segunda Guerra Mundial, e continua até os dias atuais, marcada por profundas evoluções no campo tecnológico desencadeadas principalmente pela junção entre conhecimento científico e produção industrial. Esse processo, pautado no conhecimento e na pesquisa, caracteriza a chamada terceira revolução industrial. ("A Revolução Industrial #04 - A Terceira Revolução Industrial") As atividades que mais se destacam no mercado estão vinculadas à produção de computadores, softwares, microeletrônica, chips, transistores, circuitos eletrônicos, além da robótica com grande aceitação nas indústrias, telecomunicações e informática em geral. "Destacam-se ainda a expansão de transmissores de rádio e televisão, telefonia fixa, móvel e internet, indústria aeroespacial, biotecnologia e muitas outras inovações."

Não há uma linha de divisão clara entre a terceira e a chamada quarta revolução industrial, uma vez que o termo "quarta revolução industrial" é uma denominação instituída pelo governo alemão, sendo tratada por diferentes

terminologias como "Indústria Avançada", conforme publicação em 2011 pelo NIST (National Institute of Standards and Technology), uma agência governamental não regulatória da administração de tecnologia do Departamento de Comércio dos Estados Unidos. Desde 2011, um número significativo de iniciativas abordando o tema da produção industrial conectada digitalmente surgiu ao redor do mundo, por exemplo, o Consórcio de Internet Industrial nos Estados Unidos e a Iniciativa da Cadeia Industrial no Japão. Estudos apontaram um potencial de criação de valor da Indústria 4.0 em torno de 100 a 150 bilhões de euros até 2022, somente na economia alemã. Atualmente, as únicas medidas implementadas em muitas empresas envolvem projetos piloto ocasionais que, de fato, são mais parecidos com estudos de viabilidade tecnológica. Projetos como esse são incapazes de demonstrar todo o potencial da Indústria 4.0, uma vez que negligenciam aspectos-chave da sua implementação, como a organização estrutural e cultural de uma empresa. Como resultado, as mudanças são muitas vezes apenas de natureza evolutiva. Infelizmente, essas medidas frequentemente falham em refletir os processos reais da organização ou em atender às necessidades reais das empresas de manufatura. Conseqüentemente, existem exemplos limitados de mudanças transformacionais, quer individualmente em empresas ou ao nível da economia como um todo.

O estudo realizado pela Acatech define o conceito de Indústria 4.0 como: "Tempo real, alto volume de dados, comunicação multilateral e interconexão entre sistemas ciberfísicos e pessoas", sendo suas características principais a habilidade de aceleração da tomada de decisão nas corporações e a adaptação dos processos. A disponibilidade de enormes quantidades de dados e informações a preços acessíveis e, se necessário, em tempo real, permite uma melhor compreensão de como as coisas se relacionam e fornece a base para processos de decisão mais rápidos. O significado da Indústria 4.0 reside no papel fundamental do processamento de informações possibilita processos rápidos de adaptação organizacional. Quanto mais rápida uma organização pode se adaptar a um evento que causa uma mudança em suas circunstâncias, maior o benefício da adaptação. Neste contexto, o termo guarda-chuva "Evento" pode estar relacionado a uma variedade de decisões comerciais diferentes. Os eventos podem ser de curta duração, por exemplo, uma quebra de linha de produção, ou de médio a longo prazo, por exemplo, uma mudança nos requisitos do produto e as modificações associadas ao design do produto próprio, ao processo de fabricação e aos processos relacionados na compra, qualidade e serviço.

Atualmente, quando ocorre um evento em uma empresa, há um atraso antes que informações detalhadas sobre o evento estejam disponíveis. Isto significa que também há um atraso na tomada de decisões e nas contramedidas. Na Figura 1, é mostrada graficamente a sequência de tomada de decisões com

seus respectivos tempos de latência de adaptação. Uma das razões é que os sistemas de informação relevantes não são suficientemente integrados para permitir o processamento de dados de ponta a ponta, desde a captura de dados até a análise.

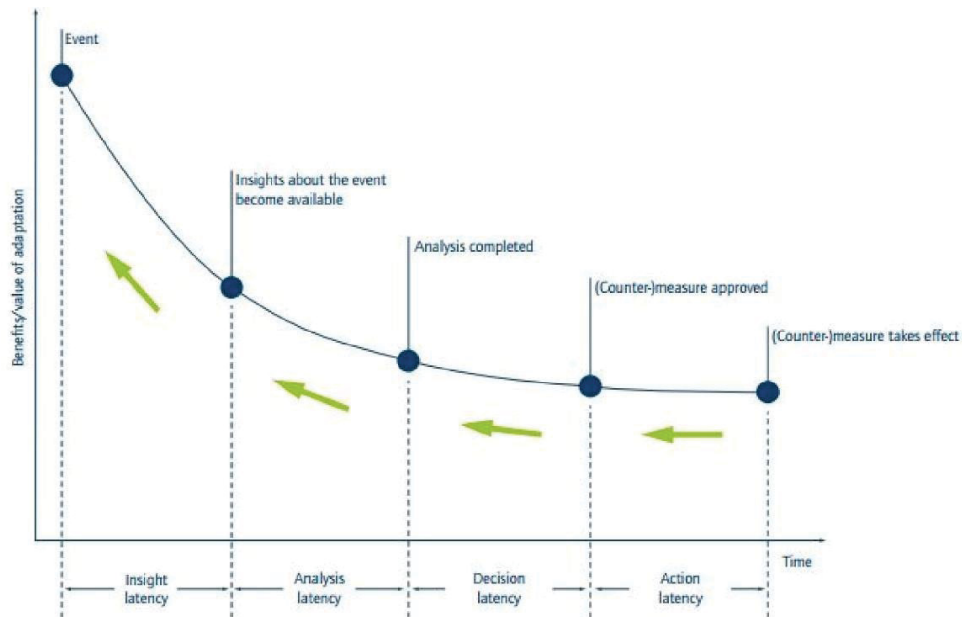


Figura 1: Processo de adaptação corporativa

As capacidades da Indústria 4.0 ajudam as empresas de fabricação a reduzir drasticamente o tempo entre um evento que ocorre e a implementação de uma resposta apropriada, como mostrado na Figura 2. Na prática, isso significa que, por exemplo, mudanças nos requisitos do cliente baseados em dados podem ser incorporadas mesmo durante o processo de fabricação de um produto, pois a empresa possui a agilidade para se adaptar à nova situação. Como resultado, o cliente pode receber um produto adaptado ou customizado que atenda exatamente aos seus requisitos em um período significativamente mais curto e com qualidade superior.

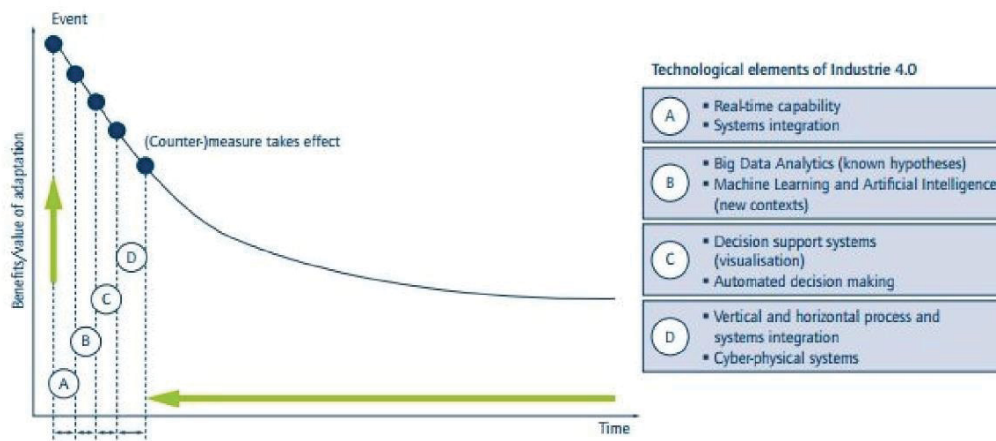


Figura 2: Como a aprendizagem organizacional aumenta o valor de uma adaptação

O Comitê de Direção da Plataforma da Indústria 4.0 da Alemanha (Industrie 4.0 Platform Steering Committee) [7] definiu o termo "Indústria 4.0" da seguinte forma: "A Indústria 4.0 representa a quarta revolução industrial, um novo nível de organização e controle de toda a cadeia de valor do ciclo de vida do produto. Este ciclo se concentra em desejos de clientes cada vez mais personalizados e se estende do conceito do pedido, do desenvolvimento, da produção e do envio de um produto até o cliente final e, finalmente, a sua reciclagem, incluindo todos os serviços associados. A base é a disponibilidade em tempo real de todas as informações relevantes através da integração de todos os objetos na cadeia de valor e a capacidade de determinar o fluxo ótimo de valor dos dados a qualquer momento. A interconexão de pessoas, objetos e sistemas produz a dinâmica da cadeia de valor agregado a otimização do tempo em sistemas de tempo real e auto-organizadas que podem ser otimizadas de acordo com vários critérios, tais como custo, disponibilidade e consumo de recursos"

As definições para a Indústria 4.0 para instituições, a Academia Nacional de Ciência e Engenharia - Acatech e o Comitê de Direção da Plataforma da Indústria 4.0, levam em conta a agilidade da resposta em tempo real aos eventos e a adaptação da cadeia de valor às necessidades dos clientes. Os conceitos amplos da Indústria 4.0 são abordados por essas instituições com o desenvolvimento de metodologias para identificação dos níveis de maturidade dessas empresas frente aos conceitos da Indústria 4.0. Nesta revisão, o modelo de maturidade da Acatech será utilizado como referência. O objetivo geral deste estudo é fornecer um meio de estabelecer a atual etapa de maturidade Indústria 4.0 das empresas, identificando medidas concretas para ajudá-las a alcançar uma fase de maturidade, a fim de maximizar os benefícios econômicos da Indústria 4.0 e da digitalização. A avaliação dos processos atuais e a identificação subsequente das áreas que exigem ações fornecem às empresas orientações específicas e práticas para moldar sua transformação digital.

3.1 O Índice de Maturidade Acatech da Indústria 4.0

O Índice de maturidade Acatech da Indústria 4.0 ajuda empresas a determinar em qual etapa elas estão atualmente em sua transformação em uma empresa de aprendizagem e ágil. A metodologia avalia sob uma perspectiva tecnológica, organizacional e cultural, com foco nos processos de negócios das empresas de manufatura. O caminho para a Indústria 4.0 será diferente para cada empresa. Portanto, é necessário começar analisando a situação e os objetivos atuais de cada empresa.

Perguntas sobre a situação atual da empresa incluem seus objetivos estratégicos para os próximos anos, quais tecnologias e sistemas já estão

implementados e como eles operam dentro da empresa. As respostas a essas questões podem ser usadas para determinar quais capacidades a empresa ainda precisa adquirir para introduzir com sucesso os conceitos da Indústria 4.0.

A abordagem do modelo é baseada em uma sucessão de estágios de maturidade, ou seja, níveis de desenvolvimento baseados em valor que ajudam as empresas a navegar em cada etapa da transformação, desde os requisitos básicos da Indústria 4.0 até a implementação total. Na Figura 3 são mostrados os seis estágios do caminho de transformação da empresa para os conceitos da Indústria 4.0. Para garantir que todos os aspectos das empresas de manufatura sejam levados em consideração, a estrutura do modelo é baseada no "Quadro de Produção e Gerenciamento", formado por quatro áreas estruturais que permitem uma análise abrangente e estabelecem uma série de orientações e princípios que permitem às empresas identificar quais capacidades ainda precisam desenvolver. O índice de maturidade fornece às empresas uma valiosa ferramenta que pode ajudar a transformar toda a organização.

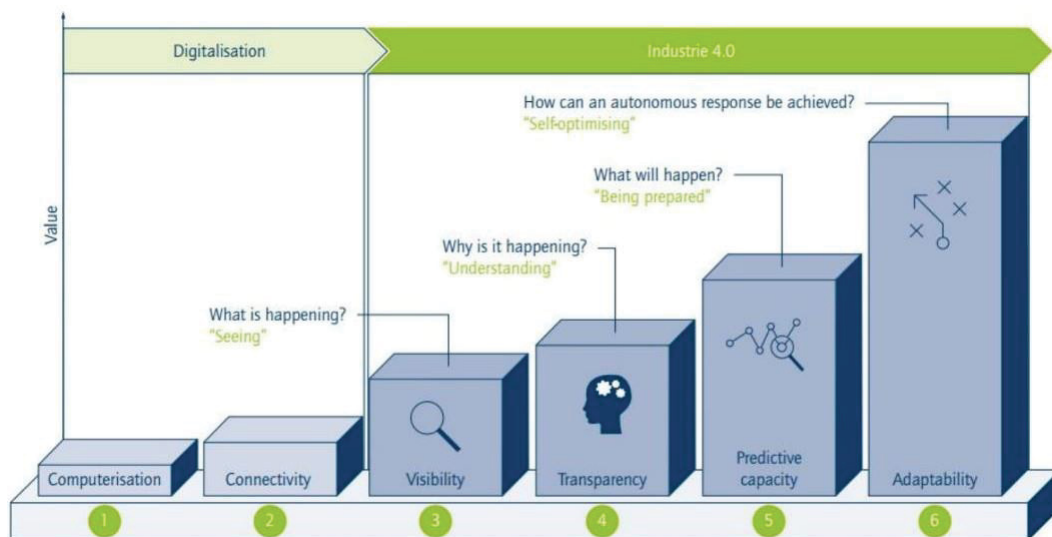


Figura 3: Estágios do caminho da Indústria 4.0.

3.1.1 Estágio 1: Informatização

O primeiro estágio no caminho do desenvolvimento é a informatização, uma vez que fornece a base para a digitalização. Nesta fase, diferentes tecnologias de informação são usadas isoladamente dentro da empresa. A informatização já está bem avançada na maioria das empresas e é usada principalmente para realizar tarefas repetitivas de forma mais eficiente. ("Os níveis de Maturidade da Indústria 4.0 - i3C") A informatização oferece benefícios importantes, permitindo a fabricação mais barata, com maior nível de padrão e com um grau de precisão sem o qual seria impossível fazer muitos produtos modernos.

3.1.2 Estágio 2: Conectividade

No estágio de conectividade, a implantação isolada de tecnologia da informação é substituída por componentes conectados. Amplamente utilizada em aplicações nos negócios, essa fase permite a comunicação e troca de informações entre diferentes sistemas e dispositivos dentro da empresa, refletindo os principais processos de negócios. Partes dos sistemas de tecnologia operacional fornecem conectividade e interoperabilidade, mas a integração total das camadas de tecnologia da informação e tecnologias operacionais ainda não ocorreu.

3.1.3 Estágio 3: Visibilidade

Os sensores permitem que os processos sejam capturados do começo ao fim com grande número de pontos de dados. (“Entenda o que é a jornada 4.0 e quais são suas etapas”) Os preços dos sensores, microeletrônica e tecnologias de rede de informática estão em queda, sendo aplicados em maior quantidade e possibilitando que eventos e estados possam agora ser gravados em tempo real em toda a empresa. Isso não se restringe apenas a áreas individuais, como células de produção, como anteriormente era o caso. Isso torna possível manter atualizado um modelo digital para as fábricas, algo que não era possível anteriormente.

3.1.4 Estágio 4: Transparência

O terceiro estágio consiste em criar uma sombra digital da situação atual da empresa. O próximo estágio possibilita que a empresa entenda por que algo está acontecendo e use esse entendimento para produzir conhecimento por meio de análises de causas raiz. Para identificar e interpretar interações na sombra digital gerada pela conectividade, os dados capturados devem ser analisados pela aplicação do conhecimento de engenharia. A ligação semântica e a agregação de dados para criar informações e a contextualização correspondente fornecem o conhecimento do processo necessário para suportar a tomada de decisões complexas e rápidas. (“Os níveis de Maturidade da Indústria 4.0 - i3C”)

3.1.5 Estágio 5: Capacidade Preditiva

Com base no estágio de transparência, o próximo estágio de desenvolvimento é a capacidade preditiva. (“Entenda o que é a jornada 4.0 e quais são suas etapas”) Uma vez que se chegou a este estágio, a empresa é capaz de simular diferentes cenários futuros e identificar os mais prováveis de acontecer. Isso envolve projetar a sombra digital no futuro, a fim de descrever uma variedade de cenários que podem ser avaliados em termos da probabilidade de ocorrer. Como resultado, as empresas podem antecipar os desenvolvimentos futuros para que possam tomar decisões e implementar as medidas adequadas em tempo hábil [1].

3.1.6 Estágio 6: Adaptabilidade

A capacidade preditiva é um requisito fundamental para a automatização das ações e da tomada de decisão automatizada. A adaptação contínua permite que uma empresa delegue certas decisões aos sistemas de TI (Tecnologia da Informação) para possibilitar a adaptação a um ambiente de negócios em mudança tão rapidamente quanto possível. O grau de adaptabilidade depende da complexidade das decisões e da relação custo-benefício. Geralmente, é melhor automatizar processos individuais. Conseqüentemente, a viabilidade fundamental de realizar operações repetitivas de forma autônoma deve ser investigada. No entanto, é importante avaliar cuidadosamente os riscos da automação de aprovações e confirmações aos clientes e fornecedores. Como exemplo, mudar a sequência de pedidos planejados devido a falhas esperadas da máquina ou para evitar atrasos de entrega.

O objetivo da adaptabilidade é alcançado quando uma empresa é capaz de usar os dados da sombra digital para tomar decisões que tenham os melhores resultados possíveis no menor tempo possível e implementar automaticamente as medidas correspondentes, ou seja, sem assistência humana.

3.2 Concepção do Modelo Geral

Para garantir que o modelo forneça uma descrição completa de uma empresa de manufatura, o índice Acatech de maturidade é baseado no "Quadro de Produção e Gestão" [1]. O quadro divide os aspectos internos de uma empresa em estrutura corporativa, processos corporativos e corporativos de desenvolvimento. A estrutura corporativa refere-se aos aspectos de uma empresa que são indispensáveis para a produção de seus bens e serviços. Os processos corporativos, por outro lado, referem-se às cadeias de processos em todas as áreas da empresa, enquanto o desenvolvimento corporativo se refere ao desenvolvimento estratégico e operacional da empresa.

O índice de maturidade Acatech para a Indústria a estrutura da empresa em quatro áreas estruturais: recursos, sistemas de informação, cultura e estrutura organizacional. Dois princípios orientadores são estabelecidos, juntamente com a identificação das competências necessárias para cada área estrutural. As competências são voltadas para a realização dos vários estágios de desenvolvimento e fornecem às empresas de manufatura a base para transformar-se em organizações ágeis. Os processos corporativos são a base das cinco áreas funcionais investigadas pelo índice de maturidade.

As principais áreas funcionais são desenvolvimento, produção, logística, serviços e marketing e vendas [1]. Na Figura 4 é mostrado o quadro de produção e gestão, as áreas estruturais com seus princípios e competências, e as áreas funcionais. Este modelo é a base para as ações de identificação dos níveis de maturidade para as áreas funcionais da empresa.

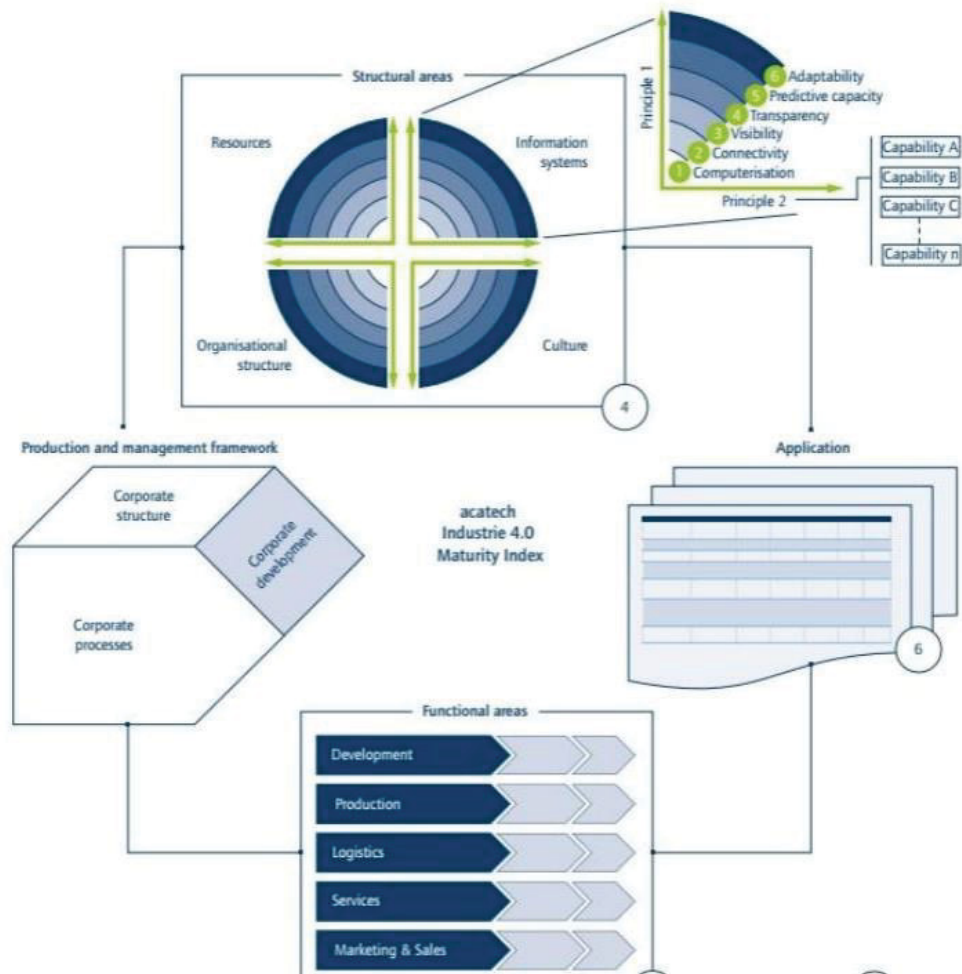


Figura 4: Conceito do modelo para o índice de maturidade Acatech para a Indústria 4.0.

3.3 Áreas Estruturais da Corporação

Para a implementação dos conceitos da Indústria 4.0, as competências que uma empresa de manufatura deve possuir para transformar-se em uma organização ágil e com aprendizado ágil, a metodologia considera para aplicação dos índices de maturidade as quatro áreas estruturais de recursos, sistemas de informação, cultura e organização. Na Figura 5 são mostradas graficamente essas áreas estruturais. Juntas, essas áreas estruturais compõem a estrutura da organização. Elas estão conectadas pelas seis etapas do caminho de desenvolvimento da Indústria 4.0, que são representadas como seis círculos concêntricos.

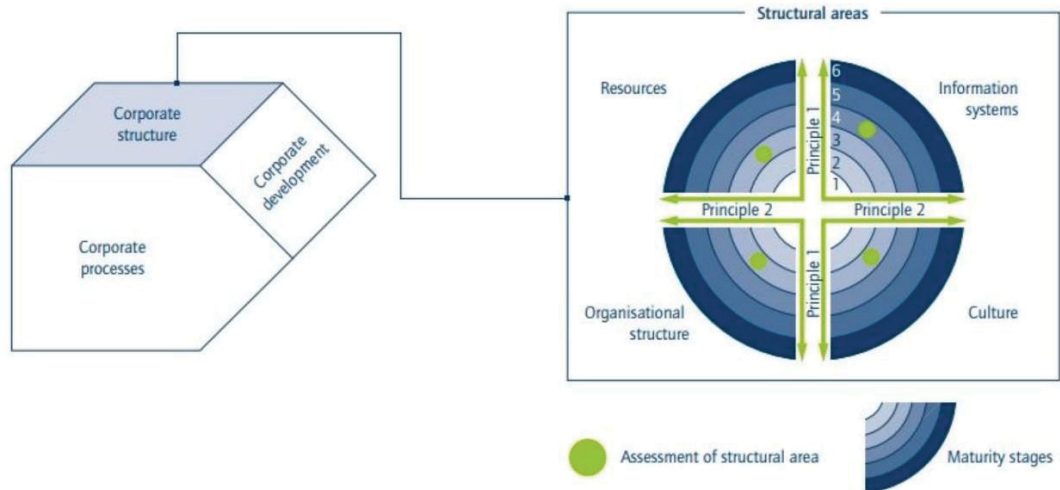


Figura 5: Áreas Estruturais, Princípios, Níveis de Maturidade e Competências

Cada área estrutural possui dois princípios que funcionam como um guia para o seu desenvolvimento contínuo. Cada princípio compreende uma série de competências que devem ser desenvolvidas sucessivamente para cada estágio de desenvolvimento. Os níveis no estágio de desenvolvimento em que essas competências são implementadas determinam o nível de maturidade do princípio relevante. Os estágios de maturidade de ambos os princípios são combinados para fornecer uma avaliação geral da fase de desenvolvimento atual da área estrutural. Na Figura 5, as avaliações das áreas estruturais são representadas pelos quatro pontos verdes [1].

3.3.1 Área Estrutural: Recursos

No índice de maturidade Acatech Industrie 4.0, "recursos" referem-se a recursos físicos tangíveis. Estes incluem a força de trabalho de uma empresa (recursos humanos), máquinas e equipamentos, ferramentas, materiais e o produto. A força de trabalho deve possuir certas competências para aproveitar ao máximo as informações capturadas. Além de cumprir sua função específica, as empresas devem tentar garantir que seus recursos tenham uma interface entre os mundos físico e digital. Isso cria um ponto de vista de informação no mundo digital que facilita o processo de aprendizado necessário para aumentar a agilidade [1]. Na Figura 6 são mostrados os dois princípios desta área estrutural, Capacidade Digital e Comunicação Estruturada, com suas respectivas competências.

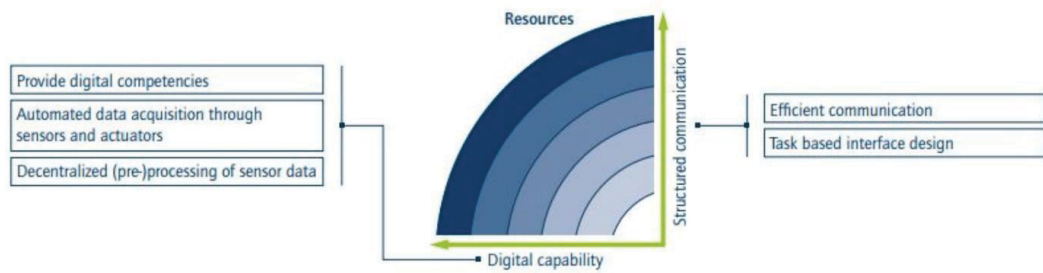


Figura 6: Competências para a Área Estrutural: Recursos

As competências relacionadas ao princípio Capacidade Digital seguem abaixo:

- Fornece competências digitais;
- Aquisição de dados automática através de sensores e atuadores;
- Processamento de dados descentralizados.

As competências relacionadas ao princípio Comunicação Estruturada seguem abaixo:

- Comunicação eficiente;
- Interface digital.

Para facilitar o entendimento do relacionamento dos níveis de maturidade com as competências, cada competência terá sua definição descrita no capítulo "Aplicação dos Conhecimentos".

Na Figura 7, os dois princípios com suas respectivas competências são mostrados graficamente para um maior entendimento.

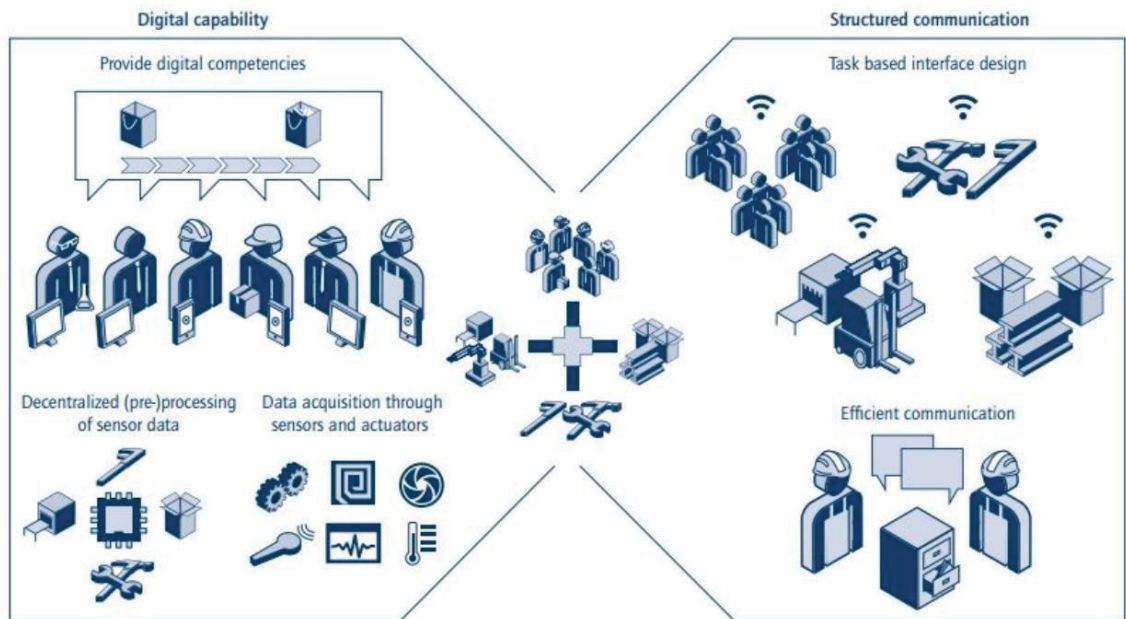


Figura 7: Competências Necessárias na Área Estrutural: Recursos

3.3.2 Área Estrutural: Estrutura Organizacional

A adequação dos sistemas de controle centralizado está cada vez mais sendo questionada devido ao crescente número necessário de decisões. A crescente complexidade significa que os sistemas centralizados estão se tornando mais difíceis de gerenciar. Conseqüentemente, os loops de controle descentralizados, que já foram utilizados para otimizar muitos processos técnicos, também devem ser estabelecidos no nível de processo do negócio. No entanto, para assegurar a entrega dos objetivos relevantes, todas as partes interessadas devem trabalhar em conjunto para alinhar o objetivo dos sistemas. O uso da tecnologia de comunicação para criar redes temporárias que permitem que os recursos interajam uns com os outros é, portanto, um requisito-chave. Na Figura 8 são mostrados os dois princípios desta área estrutural, Organização Orgânica Interna e Colaboração Dinâmica na Cadeia de Valor, com suas respectivas competências.



Figura 8: Competências para a Área Estrutural: Estrutura Organizacional

As competências relacionadas ao princípio Organização Orgânica Interna seguem abaixo:

- Gestão Ágil/Comunidades Flexíveis;
- Gestão de Direitos de Decisão;
- Sistema Motivacional para Atingimento da Meta;
- Gerenciamento Ágil.

As competências relacionadas ao princípio Comunicação Estruturada seguem abaixo:

- Foco no Valor do Cliente;
- Cooperação na Cadeia de Valor.

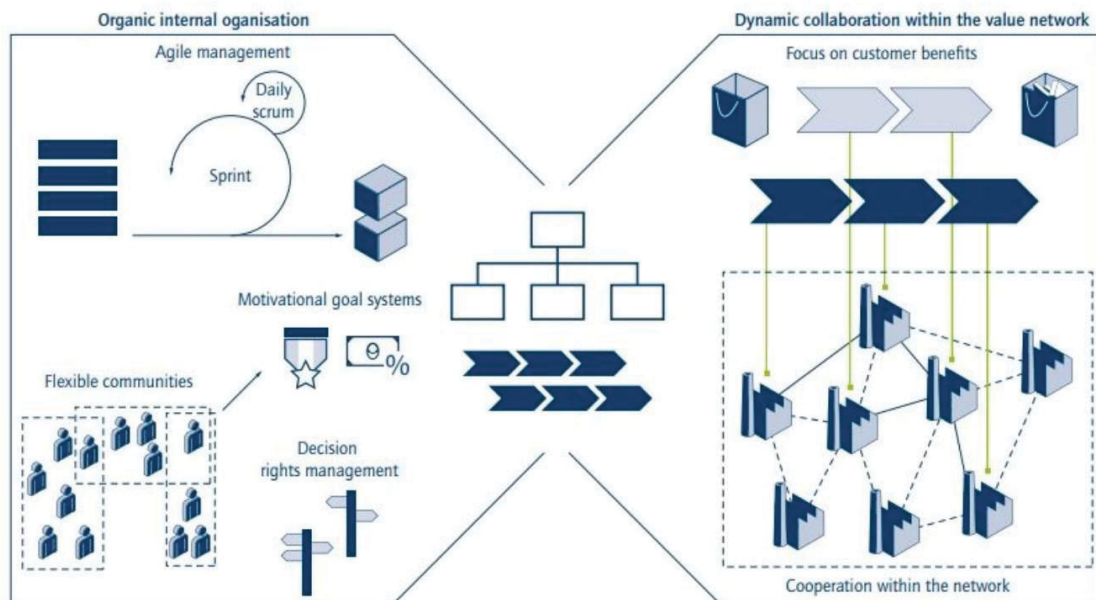


Figura 9: Competências para a Área Estrutural: Estrutura Organizacional

3.3.3 Área Estrutural: Sistema de Informação

Os sistemas de informação são sistemas sócio-técnicos em que a informação é fornecida com base em critérios econômicos pelos indivíduos, informação e tecnologia de comunicação. Os sistemas preparam, processam, armazenam e transferem dados e informações. ("EP 08 - Diagnóstico TD | ANÁLISE DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO(Integração)") A configuração dos sistemas de informação de uma empresa é fundamental para garantir que os dados e informações disponíveis possam ser usados para tomada de decisões. O progresso que foi feito em relação à digitalização das empresas significa que está se tornando mais fácil fabricar e tomar essas decisões baseadas em dados em tempo real, utilizando como ferramenta a virtualização dos processos, conhecida como gêmeos digitais. No entanto, muitos fabricantes ainda não

conseguem utilizar esses dados e informações para apoiar seus tomadores de decisão.

Na Figura 10 são mostrados os dois princípios desta área estrutural, Processamento da Informação e Sistema de Informação Integrada, com suas respectivas competências.

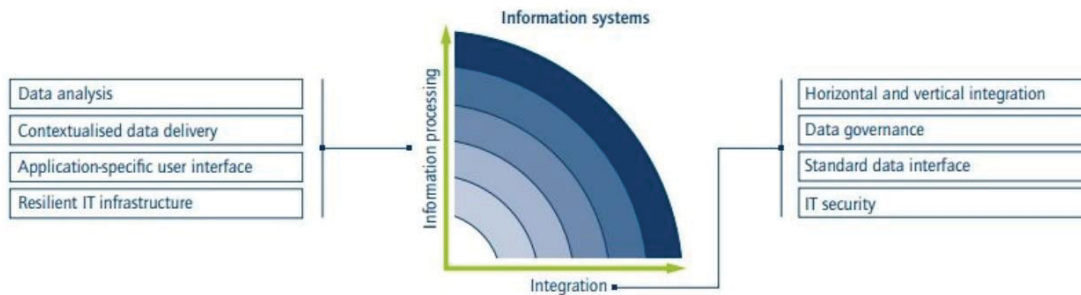


Figura 10: Competências para a Área Estrutural: Sistema de Informação

As competências relacionadas ao princípio Processamento da Informação seguem abaixo:

- Disponibilidade e entrega da informação;
- Análise de dados automatizada;
- Infraestrutura de TI;
- Armazenamento de dados.

As competências relacionadas ao princípio Informação Integrada seguem abaixo:

- Integração horizontal e vertical;
- Interfaces;
- Governança de dados;
- Segurança de TI.

Para facilitar o entendimento do relacionamento dos níveis de maturidade com as competências, cada competência terá sua definição descrita no capítulo "Aplicação dos Conhecimentos".

Na Figura 11, os dois princípios com suas respectivas competências são mostrados graficamente para um maior entendimento.

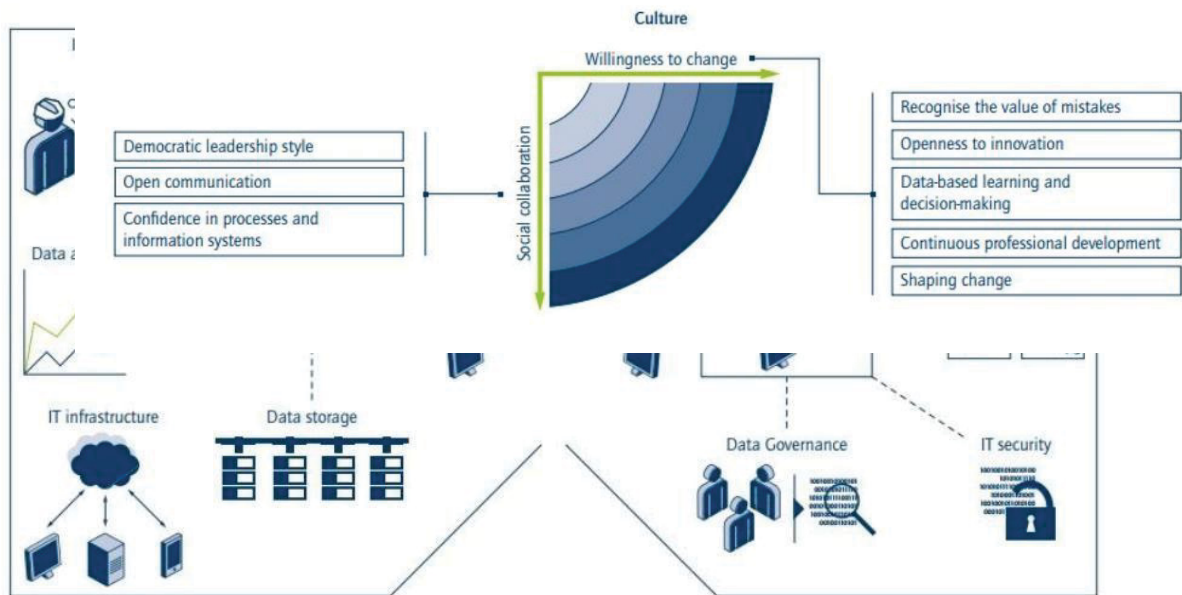


Figura 11: Competências para a Área Estrutural: Sistema de Informação

3.3.4 Área Estrutural: Cultura

"A agilidade de uma empresa é altamente dependente do comportamento de seus funcionários." ("T2DE Transition to Digital Engineering - PÁGINA INICIAL") Experiências com gestão lean na década de 1990 e nos anos 2000 mostraram que a chave para a implementação bem-sucedida em toda a empresa é mudar a cultura da empresa, em outras palavras, mudar a mentalidade de seus funcionários. Ele se aplica para a transformação digital em uma empresa ágil nos conceitos da Indústria 4.0. As empresas não conseguirão alcançar a agilidade desejada se simplesmente introduzirem tecnologias sem abordar a sua cultura corporativa. Em vez disso, é necessário promover uma mudança cultural que inclua a adoção de novos valores, atitudes e comportamentos que incentivem a inovação, a colaboração e a aprendizagem contínua.

Para facilitar o entendimento do relacionamento dos níveis de maturidade com as competências, cada competência terá sua definição descrita no capítulo "Aplicação dos Conhecimentos".

Na Figura 12, os dois princípios com suas respectivas competências são mostrados graficamente para um maior entendimento.



Figura 12: Competências para a Área Estrutural: Cultura

As competências relacionadas ao princípio Colaboração seguem abaixo:

- Confiança entre sistemas e processos;
- Estilo democrático de liderança;
- Liberdade de expressão.

As competências relacionadas ao princípio Disposição para Mudança seguem abaixo:

- Aprendizado baseado em dados (PDCA);
- Abertura para inovação;
- Modelagem para mudanças;
- Desenvolvimento continuado dos profissionais;
- Reconhecimento do valor dos erros.

Para facilitar o entendimento do relacionamento dos níveis de maturidade com as competências, cada competência terá sua definição descrita no capítulo "Aplicação dos Conhecimentos".

Na Figura 13, os dois princípios com suas respectivas competências são mostrados graficamente para um maior entendimento.

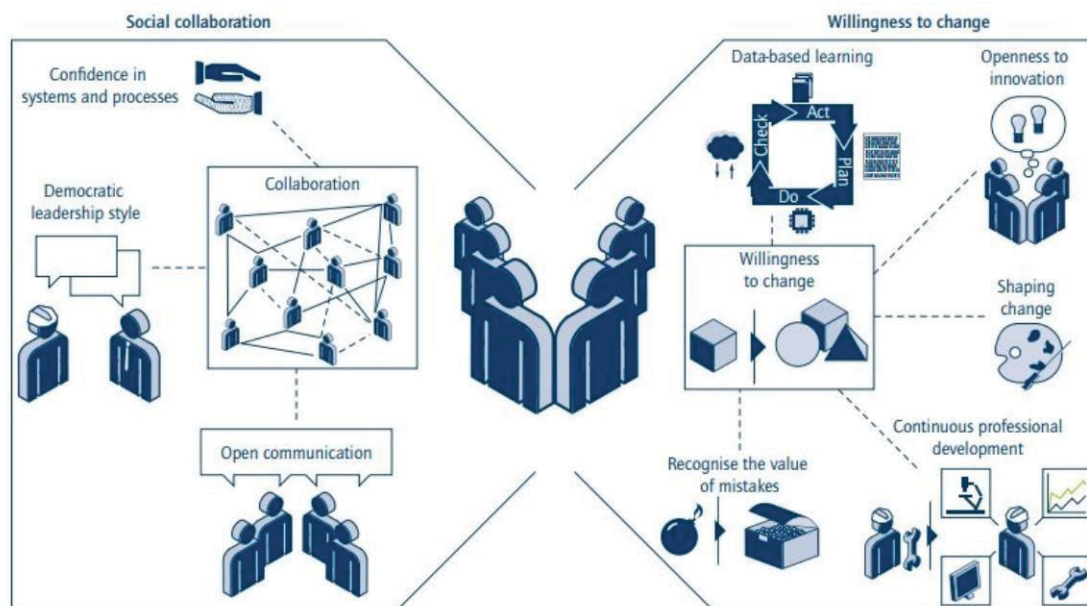


Figura 13: Competências para a Área Estrutural: Cultura

3.4 Áreas Funcionais da Corporação

No índice de maturidade Acatech para a Indústria 4.0, as competências das quatro áreas estruturais são investigadas separadamente para cada uma das áreas funcionais da empresa. O estágio de maturidade específico de cada competência pode ser diferente para diferentes áreas funcionais e processos comerciais contidos nelas. Na Figura 14 são mostradas as cinco áreas funcionais consideradas.

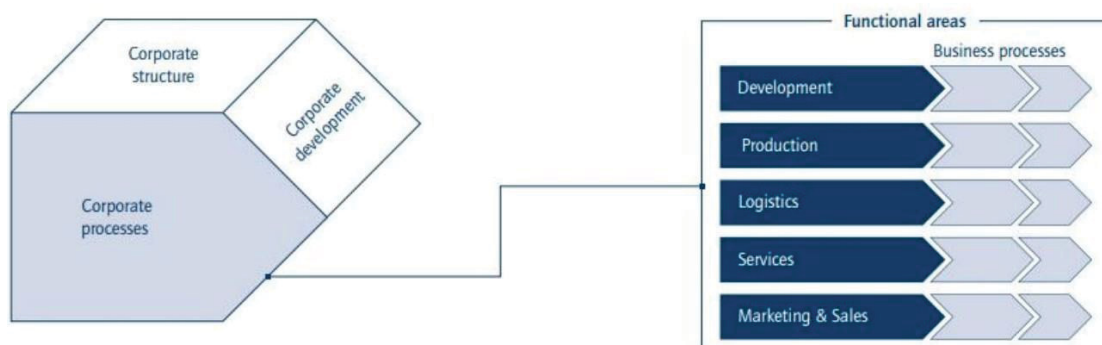


Figura 14: Áreas Funcionais da Corporação

3.4.1 Área Funcional: Desenvolvimento

Uma mudança fundamental está ocorrendo no desenvolvimento das empresas de manufatura, já que tecnologias, cultura e aspectos organizacionais da Indústria 4.0 cada vez mais penetram nos processos corporativos. A teoria do design convencional de Pahl and Beitz, bem como a abordagem do conjunto de

design de sistemas mecatrônicos nas normas VDI 2221 e VDI 2206 estão a dar lugar a constatação de que nem todos os requisitos do cliente são conhecidos ou podem ser devidamente abordados no início do processo de desenvolvimento. Em vez de começar com uma rígida especificação de produto em mente, está se tornando cada vez mais comum trabalhar com uma visão de produto que pode continuar evoluindo em resposta a novos requisitos e solicitações de mudanças automatizadas em toda a fase de desenvolvimento e mesmo até quando o produto já está em uso.

3.4.2 Área Funcional: Manufatura

A produção continuará sendo o coração das empresas de manufatura do amanhã, uma vez que a fabricação e as técnicas de montagem continuarão a evoluir. A forma como os produtos são processados e fabricados deve estar alinhada com os requisitos do cliente com relação ao produto, tornando necessárias novas estratégias de criação de valor. As empresas se concentrarão em suas principais competências. O fato de que as empresas farão parte de uma genuína rede de criação de valor diminuirá o grau de integração vertical. Isso também permitirá maior flexibilidade em termos de características de produto e portfólio para atender às necessidades individuais dos clientes. O ecossistema de parceria também proporcionará maior foco no cliente, bem como maior número de formas rentáveis de produzir os bens desejados (adaptados). Para se manter inserida na competitividade com empresas de países de alto nível, será essencial garantir a utilização eficaz dos recursos, permitindo uma melhor tomada de decisão no chão de fábrica.

3.4.3 Área Funcional: Logística

Em termos de logística, a prioridade para empresas ágeis com conhecimento é atender às necessidades dos clientes, consumidores e usuários de seus serviços. A logística é entendida como uma função integrativa e transversal tanto dentro como fora da empresa. A principal função da logística permanece inalterada: garantir a disponibilidade dos bens certos, na quantidade certa, no lugar certo, no momento certo, para o cliente certo e com o custo correto. Isso se aplica não apenas a produtos acabados, mas também a peças sobressalentes, a fim de garantir a disponibilidade de máquinas e ativos vendidos. No entanto, a mudança de paradigma causada pela Indústria 4.0 trará uma mudança fundamental no fluxo de informação associado, afetando todo o processo de entrega de logística. Como resultado, a logística se tornará mais estreitamente integrada na cadeia de valor global e haverá uma mudança para a logística orientada para serviço e sob demanda.

3.4.4 Área Funcional: Serviços

A Indústria 4.0 oferece às empresas de manufatura novas oportunidades para desenvolver várias partes do seu negócio. A atividade tradicional de vender apenas produtos que a empresa possui se torna cada vez mais uma alternativa

por novos modelos de negócios orientados a serviços. No futuro, as empresas irão transformar-se de um modelo baseado em transações e vendas, no qual o cliente possui o produto, para um modelo de "produto como serviço". Isso permite aos clientes ter acesso ao produto, mas pagar com base no uso do produto ou em alguma outra métrica vinculada ao valor que o produto entrega ao cliente.

3.4.5 Área Funcional: Marketing e Vendas

O principal objetivo de uma empresa ágil deve ser estrategicamente focado na compreensão e satisfação sistemática dos requisitos de seus clientes. A função de marketing e vendas desempenha um papel chave na orientação ativa dos clientes na decisão de compra, conhecida como a "jornada do cliente". Integrando processos individuais para criar personalização de ponta a ponta na experiência de compra digital, agregando valor para o cliente e gerando lealdade do cliente desde o estágio inicial e colocando o cliente no centro do negócio da empresa.

4. Aplicação Dos Conhecimentos

A aplicação da metodologia do índice de maturidade da Indústria 4.0 foi realizada exclusivamente para a área funcional de manufatura, considerando as quatro áreas estruturais de recursos, sistemas de informação, cultura e organização estrutural, conectadas pelas seis etapas do caminho de desenvolvimento da Indústria 4.0 que são retratadas nos seis círculos concêntricos, como mostrado na Figura 15. As seis etapas são entendidas como uma régua dos níveis de maturidade para cada uma das vinte e sete competências. Para cada nível é elaborado um texto pelo grupo focal multifuncional de trabalho que o define exclusivamente para a área de manufatura da empresa Docol Metais Sanitários. A aplicação dos conhecimentos gerados com base na metodologia da Acatech tem como resultado a especificação dos textos dos seis níveis das vinte e sete competências para as quatro áreas estruturais.

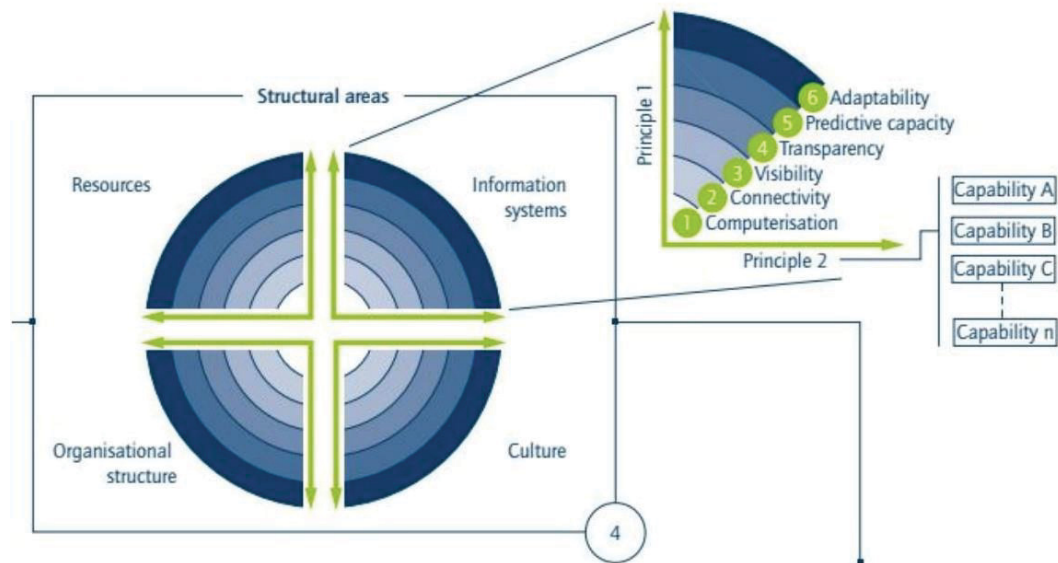


Figura 15: Áreas Estruturais

4.1 Maturidade da Manufatura Docol para a Área Estrutural: Recursos

Na área estrutural Recursos, seus dois princípios, Capacidade Digital e Comunicação Estruturada, desdobram-se em cinco competências como segue.

4.1.1 Competência: Fornece Competências Digitais

À medida que os sistemas de informação e as tecnologias de comunicação se tornam cada vez mais difundidos, as empresas também devem ajudar seus empregados a adquirir habilidades de TI integradas e interdisciplinares que lhes proporcionem uma compreensão básica das aplicações e processos utilizados em diferentes partes do negócio, melhorando assim os padrões estabelecidos para os diversos perfis profissionais. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Não tem política estruturada para fornecimento de competências digitais aos funcionários e na contratação essa competência não é relevante.
2. Treinamentos informais sob demanda de forma reativa. Na contratação essa competência não é relevante.
3. Treinamentos sob demanda de forma reativa. Na contratação essa competência é relevante para alguns cargos.
4. Possui política estruturada para fornecimento de competências digitais para algumas áreas. Para a contratação, essa competência é relevante.
5. Possui política estruturada para fornecimento de competências digitais para algumas áreas. Para a contratação, essa competência é relevante e está descrita. Existem políticas de incentivo para o autodesenvolvimento.

6. Possui política estruturada para fornecimento de competências digitais para todas as áreas. Para a contratação, essa competência é relevante e está descrita. Existem políticas de incentivo para o autodesenvolvimento.

4.1.2 Competência: Aquisição de Dados Automática através de Sensores e Atuadores

No que se refere aos recursos tecnológicos de máquinas e equipamentos, ferramentas e produtos, a prioridade é o desenvolvimento deles para criar sistemas ciberfísicos (CPS). Os CPS são criados através da melhoria de componentes mecatrônicos com sistemas embarcados, como sensores, atuadores e sistemas de processamento de informações, juntamente com uma camada de comunicação [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

Equipamentos ou áreas de manufatura sem qualquer tipo de sensoriamento ou aquisição de dados.

Poucos equipamentos ou áreas de manufatura com algum sensoriamento, porém sem aquisição de dados.

Equipamentos ou áreas de manufatura com algum sensoriamento e já conectados a algum sistema de aquisição de dados.

Maior parte dos equipamentos ou áreas de manufatura com sensoriamento e já conectados a algum sistema de aquisição de dados, permitindo entender o que está acontecendo na(s) área(s) monitorada(s).

Este nível ficou sem texto devido à baixa relevância na resolução da escala.

A manufatura com todos os equipamentos sensorizados e conectados em rede, com capacidade de adaptação em tempo real e formando uma sombra digital.

4.1.3 Competência: Processamento de Dados Descentralizados

Ao lado de sensores e atuadores, os sistemas integrados também são componentes fundamentais dos sistemas ciber-físicos. Eles formam a ligação entre a camada de comunicação e os componentes eletromecânicos (atuadores). Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Pontos não interligados e operacionais. Sistemas manuais automáticos e descoordenados com pouca manutenção.
2. Muitas aplicações e muitas falhas. Sistemas sobrepostos e centralizados. Muitas áreas não satisfeitas. Muito backlog. Manutenção penosa.

3. Maioria centralizados. Computação pelo utilizador final sem controle. Cobertura de grande parte das atividades do negócio. Sistemas de bases de dados estabelecidos.
4. Sistemas descentralizados, com algum controle, mas com pouca coordenação. Sistemas integrados de back-office.
5. Sistemas descentralizados, mas com controle e coordenação central. Sistemas de valor agregado (mais orientados ao mercado). Sistemas internos. Alguns sistemas estratégicos (usando dados externos). Falta de integração de dados internos e externos. Integração de tecnologias de comunicação.
6. Sistemas inter-organizacionais (ligações com fornecedores, clientes, governo etc.). Produtos novos baseados em sistemas de informação. Integração de dados internos e externos.

4.1.4 Competência: Processamento de Dados Descentralizados

A comunicação entre funcionários deve ser sempre rastreável de forma documentada, livre de redundância e habilitada de forma a atender às necessidades dos grupos relevantes interessados. Os funcionários ainda passam muito tempo buscando e aguardando informações. A comunicação rastreável significa que o contexto da mensagem é conhecido graças à marcação automatizada ou pode ser acessada em tempo real pela integração com o sistema de aplicação comercial. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Dados e informações descentralizados gerando: desperdício de tempo na busca; versões desatualizadas; baixa rastreabilidade. Aprovações com assinaturas analógicas em todos os documentos.
2. Alguns processos em fase de implementação, mas ainda descentralizado. Aprovações com assinaturas analógicas em todos os documentos.
3. Alguns processos em fase de implementação e pelo menos um processo em operação. Aprovações com assinaturas analógicas na grande maioria dos processos.
4. Alguns processos em fase de implementação e pelo menos um processo em operação. Os principais processos possuem aprovações com assinaturas digitais concentrando as principais informações em um único arquivo.
5. Os principais processos têm dados e informações centralizados permitindo: agilidade na busca de informação; confiabilidade; rastreabilidade. Os principais processos possuem aprovações com assinaturas digitais concentrando as principais informações em um único arquivo.

6. Todos os dados e informações corporativas centralizados permitindo: agilidade na busca de informação; confiabilidade; rastreabilidade. Aprovações com assinaturas digitais concentrando as principais informações em um único processo.

4.1.5 Competência: Interface Digital

Nas tecnologias de comunicação entre humanos e máquinas, as tecnologias de identificação e visualização formam a interface principal entre o mundo real e o mundo digital. Os sistemas de assistência estão se tornando essenciais devido à crescente complexidade dos processos e à maior variedade de tarefas que os funcionários devem realizar. As soluções de identificação automática permitem o reconhecimento direto de objetos e seus atributos. Em conjunto com uma interface gráfica, isso possibilita fornecer informações úteis ao contexto. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Equipamentos sem interface digital e sem conexão com um sistema com infraestrutura apropriada (ex. Ethernet).
2. Poucos equipamentos com interface digital (novo ou retrofit). Interfaces com dependência de fabricantes. Infraestrutura apropriada permitindo conectividade com e sem fio.
3. Alguns equipamentos ou áreas de manufatura com interface digital permitindo visibilidade do processo. Interfaces com dependência de fabricantes.
4. Maior parte dos equipamentos ou áreas de manufatura com interface digital permitindo visibilidade e controle do processo. Interfaces parcialmente independentes de fabricantes.
5. Todos os equipamentos ou áreas de manufatura com interface digital permitindo visibilidade, controle e otimização do processo. Interfaces independentes de fabricantes.
6. Todos os equipamentos integrados em um sistema com interface digital avançada, permitindo visibilidade, controle, otimização e adaptação em tempo real dos processos. Interfaces totalmente independentes de fabricantes e com alta interoperabilidade.

4.2 Maturidade da Manufatura Docol para a Área Estrutural: Estrutura Organizacional

Na área estrutural Estrutura Organizacional, seus dois princípios, Organização Orgânica Interna e Colaboração Dinâmica na Cadeia de Valor, desdobram em seis competências como segue.

4.2.1 Competência: Gestão Ágil/Comunidades Flexíveis

Em uma organização ágil, os recursos necessários dentro da empresa devem ser configurados dinamicamente. Em termos de estrutura organizacional da empresa, isso significa que os funcionários serão regularmente obrigados a mudar as tarefas que realizam e mudar para diferentes equipes. Mesmo que continuem a ser atribuídos a um departamento específico no organograma da empresa, na prática, eles realizarão seu trabalho como membros de equipes orientadas para tarefas ou metas. Ao mesmo tempo, a empresa precisa facilitar a colaboração entre especialistas em tópicos específicos, criando equipes paralelas de especialistas para abordar temas especializados [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Estrutura organizacional rígida, limitando-se ao organograma formal. O trabalho em grupos multifuncionais e multidepartamentais não são adotados.
2. Estrutura organizacional rígida, limitando-se ao organograma formal. Alguns trabalhos multifuncionais, porém dentro do mesmo departamento.
3. Estrutura organizacional rígida, limitando-se ao organograma formal. Grupos de melhoria orientados por metas departamentais. Alguns projetos com equipes multidepartamentais indicadas pela alta gestão.
4. *Este nível ficou sem texto devido à baixa relevância na resolução da escala.
5. Estrutura organizacional flexível com grupos multifuncionais e multidepartamentais estabelecidos. Equipes orientadas para tarefas ou metas específicas são comuns.
6. Estrutura organizacional altamente flexível com equipes dinâmicas e multifuncionais que colaboram regularmente em projetos. Especialistas formam equipes paralelas para abordar temas especializados e facilitar a inovação contínua.

4.2.2 Competência: Gestão de Direitos de Decisão

Dois mecanismos contrários devem ser pesados uns contra os outros ao alocar a autoridade para tomar decisões ou selecionar o melhor processo de tomada de decisão. Evidentemente, todas as informações relevantes devem estar disponíveis para tomar a decisão certa. Se decisões descentralizadas forem tomadas, os decisores locais terão melhores informações sobre as reais circunstâncias, uma vez que estão mais perto dos fatos. Alcançar a mesma qualidade em uma decisão tomada centralmente seria mais exaustivo devido ao custo de transmitir a informação para o nível central. Por outro lado, as decisões descentralizadas também geram custos, quer porque não estão devidamente coordenadas entre si e, portanto, potencialmente não consideram o que é melhor para a empresa como um todo ou porque requeiram entrada de gerenciamento

adicional para alinhá-las com as metas gerais da empresa. Consequentemente, certas decisões devem ser tomadas de forma centralizada. por exemplo, decisões relativas à estratégia da empresa, enquanto outras decisões podem ser tomadas de forma mais econômica se forem descentralizadas. Um dos benefícios da Indústria 4.0 é uma melhor disponibilidade da informação. Isso significa que, mesmo em um nível descentralizado, é possível obter transparência quanto às consequências das decisões e seu alinhamento com os objetivos da empresa, permitindo uma tomada de decisão descentralizada mais rápida e melhor. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Dificuldade de disponibilizar as informações (confiáveis) para a tomada de decisão certa. As decisões em geral são centralizadas com direitos restritos à alta gestão. Processos lentos por exigir elevado esforço para nivelar as informações com a alta gestão.
2. Alguns processos com informações digitais confiáveis para auxiliar na tomada de decisão. As decisões em geral são centralizadas com direitos restritos à alta gestão. Processos lentos por exigir elevado esforço para nivelar as informações com a alta gestão.
3. Alguns processos com informações digitais confiáveis para auxiliar na tomada de decisão. As decisões em geral são centralizadas com direitos restritos à alta gestão com certo grau de autonomia para equipes especializadas. Processos lentos por exigir elevado esforço para nivelar as informações com a alta gestão.
4. Processos com níveis de informações digitais confiáveis permitindo transparência quanto às consequências das decisões e seu alinhamento com os objetivos da empresa. As decisões em geral são centralizadas com direitos restritos à alta gestão com certo grau de autonomia para equipes especializadas. Processos menos burocráticos exigem menor esforço para nivelar as informações com a alta gestão.
5. Processos com níveis de informações digitais confiáveis permitindo transparência quanto às consequências das decisões e seu alinhamento com os objetivos da empresa. As decisões centralizadas limitam-se aos assuntos estratégicos e os processos coletivos de tomada de decisão dão mais agilidade ao processo, da mesma forma que permitem a revisão por uma porção maior da força de trabalho. A organização é capaz de gerenciar o processo de tomada de decisão.
6. Alta eficiência e eficácia no processo de tomada de decisão, gerenciando os direitos de decisão com equilíbrio entre centralização (estratégico) e descentralização. Informações confiáveis e disponíveis permitindo a tomada de decisão mais perto dos fatos com transparência e alinhamento com os objetivos da empresa. A tomada de decisão tem a participação dos integrantes das equipes, grupos de pares e/ou partes interessadas da organização.

4.2.3 Competência: Sistema Motivacional para Atingimento da Meta

São necessários sistemas adequados de metas para canalizar a autonomia mais ampla dos funcionários e garantir que permaneçam focados no objetivo geral da empresa de oferecer valor ao cliente.

Objetivos excessivamente específicos que são medidos de forma única (por exemplo, o número de peças produzidas) resultam em otimização local e uma "mentalidade de silo". Em vez disso, as empresas devem introduzir sistemas de metas multidimensionais que incentivem os funcionários a se concentrarem na eficiência do processo e na melhoria contínua. Isso exige o desenvolvimento de competências completamente novas, como o controle financeiro das comunidades ou a avaliação do sucesso de equipes de especialistas [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Conjunto de metas departamentais sem conexão direta com os objetivos gerais da empresa (gerar valor ao cliente). Não há sistema de gestão e incentivo ao atingimento de metas.
2. Conjunto de metas departamentais sem conexão direta com os objetivos gerais da empresa (gerar valor ao cliente). Existe um sistema de gestão formal, mas ainda não há incentivo ao atingimento de metas.
3. Conjunto de metas departamentais unidimensionais (ex. volume produzido) e algumas metas com conexão direta com os objetivos gerais da empresa (gerar valor ao cliente). Orientação das metas promovendo o aumento da eficiência dos processos e a melhoria contínua. Existe um sistema de gestão formal e incentivos somente monetários para alguns níveis da organização.
4. Conjunto de metas departamentais unidimensionais (ex. volume produzido) e algumas metas com conexão direta com os objetivos gerais da empresa (gerar valor ao cliente). Orientação das metas promovendo o aumento da eficiência dos processos e a melhoria contínua. Existe um sistema de gestão formal e incentivos monetários em todos os níveis da organização e comunidades flexíveis. Incentivos não monetários não fazem parte do sistema formal de gestão motivacional.
5. Adoção de metas multidimensionais alinhadas com o objetivo da empresa e promovendo o aumento da eficiência dos processos e a melhoria contínua. Orientação das metas promovendo o aumento da eficiência dos processos e a melhoria contínua. Existe um sistema de gestão formal e incentivos monetários em todos os níveis da organização e comunidades flexíveis. Existem incentivos não monetários, porém não fazem parte do sistema formal de gestão motivacional.
6. Adoção de metas multidimensionais alinhadas com o objetivo da empresa e promovendo o aumento da eficiência dos processos e a melhoria contínua. As metas e a remuneração combinam um certo grau de segurança e confiança para cometer algum erro ocasional, por outro lado obriga o funcionário a contribuir com suas habilidades. Combinação correta entre incentivos monetários e não monetários, tais como oportunidades de treinamento, perspectivas de desenvolvimento e liberdade individual.

4.2.4 Competência: Gerenciamento Ágil

Os processos de desenvolvimento convencional inflexíveis são incapazes de lidar com os requisitos imprecisos ou em mudança encontrados em um

ambiente dinâmico. As abordagens necessárias são, em vez disso, caracterizadas por desenvolvimento rápido de protótipos, resultados concretos...

4.2.5 Competência: Foco no valor do cliente

De acordo com o conceito de competência central ou “posições de sucesso estratégico”, as empresas devem ter um foco claro em um número limitado de competências, a fim de fornecer uma proposta única ao mercado. Este conceito está se tornando ainda mais importante à medida que os mercados se tornam mais transparentes e a criação de valor torna-se cada vez mais baseada em rede e dinâmica. O mercado dinâmico é uma ideia que se tornará extremamente importante. Os fornecedores que conseguem um mercado transparente com mecanismos de mercado que funcionem bem serão os que melhor podem satisfazer a demanda individual [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. A organização não possui foco claro nas suas competências para criação de valor em rede. Desenvolve produtos sem participação dos envolvidos na cadeia. A empresa não revisa continuamente suas competências e seu papel na rede.
2. A organização possui foco nas suas competências e não apenas na criação de valor ao usuário direto. Desenvolve produtos com alguma participação dos clientes diretos. A empresa faz revisões não formais e não frequentes nas suas competências e do seu papel na rede.
3. A organização possui foco nas suas competências e na criação de valor ao usuário direto. Frequentemente desenvolve produtos com participação dos clientes diretos. A empresa faz revisões não formais e não frequentes nas suas competências e do seu papel na rede.
4. A organização possui foco nas suas competências e na criação de valor ao usuário direto. Desenvolve produtos com total participação dos clientes diretos e alguma participação do consumidor final. A empresa faz revisões não formais e não frequentes nas suas competências e do seu papel na rede.
5. Possui foco claro nas competências e criação de valor baseado na cadeia de valor. Desenvolve produtos com total participação dos clientes diretos e maior participação do consumidor final. Revisão contínua de suas competências e do seu papel na rede. Plataforma de simulação de personalização de produto pelo consumidor.
6. Possui foco claro nas competências e criação de valor baseado na cadeia de valor. Desenvolve produtos com total participação dos clientes diretos e consumidor final, com soluções assertivas. Revisão contínua de suas competências e do seu papel na rede. Processo de produto customizado (peça especial) disponível ao consumidor final no site. Maior flexibilização do processo produtivo para atender produtos customizados. Política comercial estruturada entre os 3 elos da cadeia (indústria, revenda e consumidor final).

4.2.6 Competência: Cooperação na cadeia de valor

As empresas podem conscientemente adotar uma estratégia de terceirização de determinadas operações de fabricação e transporte ou de se posicionar como fornecedores de certas competências para a network. O gerenciamento de competências refere-se à integração sistemática das competências dos diferentes parceiros. As comunidades que agrupam suas competências para atender às necessidades específicas são capazes de responder mais rapidamente às mudanças aos requisitos do mercado. Trabalhando em conjunto, os parceiros podem desenvolver e fornecer novos produtos que nunca poderiam ser entregues por cada empresa individualmente, ou que primeiro exigiria que elas iniciassem um longo processo interno de construção de competências [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Não realiza integração de competências entre parceiros no desenvolvimento de soluções com foco em produtos, processos e serviços. Valor ao cliente somente nas competências individuais de cada empresa da rede.
2. Integrações pontuais entre parceiros para desenvolvimento de soluções com foco em produtos, processos e serviços. Valor ao cliente somente nas competências individuais de cada empresa da rede. Alto risco no compartilhamento de informações.
3. Gerenciamento de competências com algumas integrações entre os parceiros, com foco em produtos, processos e serviços. Alto risco no compartilhamento de informações.
4. Gerenciamento de competências com algumas integrações entre os parceiros, com foco em produtos, processos e serviços. Alguns contratos para direitos digitais.
5. Gerenciamento de competências com algumas integrações entre os parceiros, com foco em produtos, processos e serviços. Gerenciamento de direitos digitais (proteção da informação) e gerenciamento de riscos de compartilhamento de informações.
6. Gerenciamento de competências e integração sistemática entre os parceiros, com foco em produtos, processos e serviços. Gerenciamento de direitos digitais (proteção da informação) e gerenciamento de riscos de compartilhamento de informações.

4.3 Maturidade da manufatura Docol para a área estrutural: Sistema de Informação

Na área estrutural de Sistemas de Informação, seus dois princípios, Processamento da Informação e Sistema de informação integrada, desdobram em cinco competências como segue.

4.3.1 Competência: Disponibilidade e entrega da informação

A entrega de informação contextualizada permite que os resultados da análise de dados sejam usados para apoiar a tomada de decisões. Isso significa que, em vez de o usuário ter que procurar a informação em vários sistemas de

TI diferentes e processá-lo, classificá-lo ou interpretá-lo, a informação é preparada e entregue de acordo com os requisitos do contexto específico (princípio de empurrar). As empresas bem-sucedidas aplicam o princípio do “sistema de engajamento”, o que significa que os funcionários são informados por uma logística de informação eficiente e eficaz que entrega a informação certa ao lugar certo, no momento certo, na qualidade certa, para a pessoa certa e na quantidade certa [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Controles e entrega dos dados apenas em relatórios e formulários físicos. Armazenamento dos dados em planilhas.
2. Alguns processos já possuem dados armazenados em sistemas satélites. Possibilidade de extração de relatórios mas sem integração entre dados de outros sistemas.
3. Os principais processos já possuem dados armazenados. Possibilidade de extração de relatórios com alguma integração entre dados de outros sistemas.
4. Quase a totalidade dos processos possuem dados armazenados em bancos de dados. Possibilidade de extração de relatórios com alguma integração entre dados de outros sistemas. Possibilidade de alertas automáticos. Já há utilização de BI para análise e tomadas de decisão.
5. Utiliza-se o conceito de DataLake para armazenamento de dados. Integração total entre dados de diferentes sistemas. Todos os eventos de processo estão mapeados gerando demandas de ações corretivas com inputs para análises preditivas.
6. Utiliza-se o conceito de DataLake para armazenamento de dados e BigData para análise de grandes massas de dados. Integração total entre dados de diferentes sistemas. Análises preditivas estabelecidas. Machine learning apoiado por modelos matemáticos é utilizado para análise de padrões e comportamentos, modificando dinamicamente processos de negócio.

4.3.2 Competência: Análise de dados automatizado

A tomada de decisão baseada em dados é possibilitada pela análise de dados automatizada que agrega continuamente os dados para produzir informações, extrai o conhecimento dessa informação e fornece ao usuário informações para suportar suas decisões. Isso requer recursos de análise de dados automáticos que permitam que as relações de causa e efeito sejam identificadas usando dados de diferentes fontes e eventos futuros a serem previstos usando, por exemplo, simulações ou regressões. Os fluxos de dados devem ser monitorados continuamente em tempo real de acordo com regras e correlações específicas para que possam ser agregadas para produzir informações de valor. Uma aplicação simples é a análise contínua de vários parâmetros da máquina e ferramenta, permitindo, por exemplo, que falhas da máquina ou problemas de qualidade sejam previstos com muita confiança. Isso geralmente é definido como “monitoramento de condição” [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. A organização não utiliza análise automatizada de dados para produzir informações de valor e suportar suas decisões. Tomadas de decisões são baseadas em relatórios e análises manuais com base nos dados extraídos do sistema ERP. Utilizada relação de causa e efeito sem correlação de dados de diversas fontes.
2. A organização não utiliza análise automatizada de dados para produzir informações de valor e suportar suas decisões. Tomadas de decisões são baseadas em dados apresentados em relatórios e aplicações de Business Intelligence relacionando diversas fontes de dados. Utiliza relação de causa e efeito relacionando diversas fontes de dados.
3. A organização inicia a utilização de análise automatizada de dados, avaliando dados históricos para identificação de padrões e geração de recomendação.
4. Análise de dados automatizada agregando continuamente os dados gerando informações preditivas, permitindo suporte às decisões em tempo real. Impactos no negócio são rapidamente identificados quando equipamentos estão indisponíveis. Análise de dados permite identificação de padrões não se limitando a relação causa e efeito.
5. *Este nível ficou sem texto devido a baixa relevância na resolução da escala.
6. Análise de dados automatizada permite atuação ativa de Inteligência Artificial na operação com base nos padrões identificados e monitoramento em tempo real dos equipamentos. Análises preditivas são realizadas gerando recomendações, permitindo ganho de eficiência e produtividade da organização.

4.3.3 Competência: Infraestrutura de TI

A análise e a entrega de dados dependem de uma infraestrutura de TI resiliente que atenda à captura, transferência, armazenamento e requisitos de processamento e garanta a funcionalidade dos sistemas de TI. Isso exige que a performance técnica da infraestrutura de TI seja continuamente adaptada aos requisitos atuais, possibilitado pelo armazenamento de dados redundante ou pelo design do sistema [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Utilização de Main Frames interligados exclusivamente por terminais de acesso sem processamento local. Alguns computadores para trabalhos pontuais sem conexão em rede.
2. Utilização de computadores individuais conectados a rede de dados e ao mainframe. Já há alguns servidores concentrando processos e com rotinas pontuais de backup.
3. Já há infraestrutura de rede interconectando todas as operações de negócio. Servidores de arquivos dedicados com rotinas padronizadas de backup. Sistemas de arquivamento de arquivos, sistemas de gerenciamento de impressão e sistemas de comunicação informatizados. Alguns processos já utilizando a nuvem como recursos de processamento/armazenamento. É possível identificar sistemas no modelo SaaS (Software as a Service).

4. Já há infraestrutura de rede interconectando todas as operações de negócio. Servidores de arquivos, sistemas de arquivamento de arquivos, sistemas de gerenciamento de impressão e sistemas de comunicação já operam totalmente em nuvem. Gestão de backup online. Já há alguma infraestrutura no modelo IaaS (Infrastructure as a Service).
5. Impactos no negócio são rapidamente identificados quando equipamentos estão indisponíveis. Análise de dados permite identificação de padrões.
6. Infraestrutura de armazenamento e processamento totalmente em nuvem. Gerenciamento de nível de serviços definidos através de contratos com métricas de performance e desempenho claramente definidos. Toda a arquitetura está priorizada na infraestrutura de comunicação e acesso aos dados.

4.3.4 Competência: Armazenamento de dados

Os backups ou software especializados evitam ameaças para pessoas e recursos materiais e garantem a usabilidade a longo prazo do sistema. O armazenamento de dados baseado em situação garante que os dados possam ser acessados dentro de um prazo apropriado. Os bancos de dados em memória permitem o acesso frequente dos dados, para que ele possa ser usado para fornecer suporte de tomada de decisão rápido e estável [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Não há utilização de bancos de dados estruturados na organização. Não há a utilização de dados externos na organização.
2. Os sistemas mantêm seu próprio banco de dados estruturados, os dados são armazenados em servidores locais. Há a utilização de dados externos, armazenados nos computadores dos usuários.
3. Os sistemas mantêm seu próprio banco de dados estruturados, alguns dados são armazenados em servidores na nuvem. Há o armazenamento e utilização de dados externos.
4. Os sistemas mantêm seu próprio banco de dados estruturados, quase a totalidade de dados são armazenados em servidores na nuvem. Há o armazenamento e utilização de dados externos.
5. *Este nível ficou sem texto devido à baixa relevância na resolução da escala.
6. Utiliza-se o conceito de DataLake para armazenamento de dados. Os sistemas mantêm seu próprio banco de dados estruturados, a totalidade de dados são armazenados em servidores na nuvem. Há o armazenamento e utilização de dados externos estruturados e não estruturados.

4.3.5 Competência: Interface

As informações fornecidas devem ser continuamente correspondentes às necessidades do destinatário e seu formato adaptado ao seu uso atual. Seu conteúdo e apresentação devem ser adaptados para a tarefa a ser realizada de acordo com o nível de habilidade do funcionário. Dependendo da aplicação, as interfaces de usuário podem, por exemplo, entregar dados na forma de tabelas,

animações, realidade aumentada ou fala. Em outras palavras, bem como ter os dados exibidos para eles, também pode ser fornecido aos funcionários, instruções verbais para orientá-los através do processo. Os usuários têm opções intuitivas para responder a eventos e se comunicar com os sistemas de TI. O controle de gestos ou voz pode ser usado, dependendo da tarefa em questão [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Não há padrão de interface documentado (APIs, Protocolo de comunicação) para a utilização entre os recursos da organização (máquinas, sistemas).
2. Há algum padrão de interface documentada (APIs, Protocolo de comunicação) para a utilização entre os recursos da organização (máquinas, sistemas), porém os recursos não apresentam compatibilidade com esse padrão.
3. Há padrão de interface documentada (APIs, Protocolo de comunicação) para a utilização entre os recursos da organização (máquinas, sistemas), alguns recursos apresentam compatibilidade com esse padrão.
4. Há padrão de interface documentada (APIs, Protocolo de comunicação) para a utilização entre os recursos da organização (máquinas, sistemas), a maioria dos recursos apresentam compatibilidade com esse padrão, porém não há integração.
5. Há padrão de interface documentada (APIs, Protocolo de comunicação) para a utilização entre os recursos da organização (máquinas, sistemas), todos os recursos apresentam compatibilidade com esse padrão, porém não há integração.
6. Há padrão de interface documentada (APIs, Protocolo de comunicação) para a utilização entre os recursos da organização (máquinas, sistemas), todos os recursos apresentam compatibilidade com esse padrão, estão integrados e utilizam os dados para atuação automática.

4.3.6 Competência: Governança de dados

Além das interfaces de dados, a integração de sistemas de TI também depende de uma qualidade de dados suficientemente alta. A má qualidade dos dados nos sistemas de TI resulta em dados agregados incorretos e feedback impreciso, prejudicando a confiança nos sistemas de TI e seus conteúdos. (“EP 08 - Diagnóstico TD | ANÁLISE DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO(Integração)”) Isso torna impossível alcançar o objetivo da tomada de decisão baseada em dados. As empresas devem, portanto, adquirir as capacidades técnicas e, em particular, organizacionais para melhorar a qualidade dos dados. As políticas de governança de dados fornecem às organizações orientações para processamento, armazenamento, gerenciamento e apresentação de dados de alta qualidade dentro da empresa. As capacidades técnicas para melhorar a qualidade dos dados incluem limpeza automatizada de dados (identificação, padronização, remoção de duplicação, consolidação e aprimoramento de dados) e sistemas de gerenciamento de dados mestre [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Não há regras ou procedimentos sobre gerência de dados; Múltiplos arquivos e bancos de dados; Múltiplos formatos; Redundância; Mudanças

“on the fly”. Geralmente não há um grupo de gerência de dados, caso exista, apenas aplicam as mudanças requisitadas de acordo com as necessidades. A qualidade de dados depende das habilidades do pessoal de desenvolvimento. Frequentemente, projetos são cancelados ou, pior ainda, produzem dados incorretos e relatórios inválidos.

2. Política de gerência de dados: como e quando as estruturas de dados são criadas, mudadas e gerenciadas. Em geral, a política não é institucionalizada, ficando nas mãos de um grupo ou pessoa, com função de Administrador do Banco de Dados (ABD). O sucesso depende das habilidades dos ABDs. Porém, não há muito esforço em documentar e capturar o significado de negócio dos dados. Pouca diferenciação entre modelos lógicos e físicos. Preocupação maior com os aspectos técnicos da gerência de dados.
3. Política de gerência de dados documentada e estabelecida como um componente central do ciclo de desenvolvimento de aplicações. Há um entendimento do significado de negócio dos dados, através de uma função de Administrador de Dados (AD). Dados são tratados como recursos corporativos. O sucesso depende da interação das funções de AD e ABD e do uso apropriado de ferramentas, para criar modelos de dados, automatizar processos de ABD, e proativamente monitorar e sintonizar o desempenho dos BDs.
4. Gerenciamento de metadados permite ao grupo de gerência de dados (AD e ABD) catalogar e manter metadados de estruturas de dados corporativas. Sabe-se que dados existem onde. O grupo envolve-se em todos os esforços de desenvolvimento (no nível lógico sempre; no nível físico quando necessário). O sucesso depende do suporte da alta administração à máxima “dados são recursos corporativos”. Ferramentas avançadas são necessárias para gerenciar metadados, qualidade de dados e as bases de dados.
5. *Este nível ficou sem texto devido a baixa relevância na resolução da escala.
6. Organizações neste nível usam as práticas desenvolvidas nos níveis anteriores para continuamente melhorar o acesso a dados, qualidade de dados e desempenho dos bancos de dados. Nenhuma mudança é introduzida sem primeiro ser escrutinada pelo grupo de gerência de dados e documentada no repositório de metadados. Deve haver uma preocupação contínua na melhoria do processo de gerência de dados com uso de ferramentas avançadas.

4.3.7 Competência: Segurança de TI

A crescente integração dos sistemas de informação, bem como fatores humanos e outros contribuintes, é acompanhada pelo risco de ataques criminais. O potencial dano que esses ataques podem causar aumenta em proporção ao grau de integração. A segurança de TI abrange diferentes estratégias para identificar e implementar medidas de segurança. O cumprimento de padrões como a IEC 62443 pode ajudar a conter os riscos. Esses padrões incluem medidas proativas para manter a segurança de TI e adaptá-la em resposta a circunstâncias de mudança. As medidas cobrem problemas de administração de ativos, identificação e autenticação de usuários, validação de saúde do sistema

e controle de fluxo de dados. As respostas aos incidentes de segurança de TI existentes também são abordadas nos padrões de segurança de TI [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Neste estágio a organização só reage quando um incidente ocorre. Nestes casos a área de tecnologia parece ter certa limitação financeira, e por isso é orientada a atender as necessidades mais básicas de segurança.
2. A organização começa a definir políticas de segurança e processos. Neste estágio, alternativas como terceirizar tarefas ou contratar serviços profissionais são ações muito comuns, mas em muitos casos a gestão das tarefas, controles e indicadores ainda não estão centralizados e sob domínio da empresa.
3. Neste nível a organização tem sua política de segurança estabelecida e disseminada entre os diversos processos de informação. Há certa padronização neste ponto, principalmente no controle e na utilização dos recursos e ativos de tecnologia.
4. Neste estágio o objetivo é alcançar os indicadores exigidos por normas e padrões externos como PCI, SOx, ISO, etc. Há padronização, mas também certo aumento de custos com certificações, recursos e ativos, devido à complexidade das tecnologias e aos processos que ainda estão se iniciando.
5. Agora já se observa certo ganho de eficiência pela antecipação ao risco. Há uma centralização da capacidade de gerenciamento da segurança da informação, e a adoção de um ciclo continuado de melhorias sob controle dos gestores, na empresa. Os processos são mais maduros e a organização já lida bem com certificações e regulações externas. É possível antecipar-se às ameaças de forma mais eficiente a partir do gerenciamento de processos operacionais, que podem contar com alguns recursos de automação.
6. A organização já consegue automatizar processos e otimizar recursos. Processos centralizados, integração de tecnologias, automação e atendimento a normas e melhores práticas com otimização de recursos. A inteligência dos processos permite que informações atualizadas sobre um ataque a uma certa tecnologia já beneficie as outras. A organização aprende e desenvolve competências internas a partir das experiências adquiridas. A organização combina defesas em vários níveis, incluindo a gestão de vulnerabilidades, e beneficia-se da otimização dos investimentos em segurança, conduzindo a uma proteção mais abrangente do ambiente. Atende aos requisitos da IEC62443.

4.4 Maturidade da manufatura Docol para a área estrutural: Cultura

Na área estrutural Cultura, seus dois princípios, Colaboração e Disposição para a Mudança, desdobram em oito competências como segue.

4.4.1 Competência: Confiança entre sistemas e processos

As lições aprendidas com a introdução de tecnologia da informação desde a década de 1970 nos ensinam que não é suficiente focar exclusivamente em

requisitos funcionais. A aceitação e o uso sistemático de tecnologia e sistemas de informação só podem ser assegurados se o pessoal afetado estiver incluído no processo de mudança desde o início e participar ativamente na modelagem das mudanças. Além de envolver os funcionários no desenho dos sistemas de informação relevantes, toda a força de trabalho deve entender que os benefícios desses sistemas de informação só serão realizados se forem sistematicamente utilizados por todos [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Sistemas de informações inexistentes ou pouco usados na empresa.
2. Sistemas de informações existentes ou pouco usados na empresa, informações não contextualizadas para uso.
3. Sistemas de informações existentes, usados em poucas áreas da empresa, informações ainda não contextualizadas para uso.
4. Sistemas de informações existentes, usados na maioria das áreas da empresa, informações contextualizadas para uso.
5. Sistemas de informações existentes, usados na maioria das áreas da empresa, informações contextualizadas para uso, porém ainda não há confiança total nas informações.
6. Sistemas de informação presentes, trazem informações relevantes e os funcionários percebem este valor, confiam e usam as informações destes sistemas.

4.4.2 Competência: Estilo democrático da liderança

A crescente frequência de mudanças no ambiente significa que as decisões sobre como responder devem ser tomadas mais rapidamente, mas sem prejudicar sua qualidade. Além de garantir a disponibilidade do conhecimento certo para que as medidas adequadas possam ser tomadas, os processos de tomada de decisão para essas medidas também devem ser mais rápidos. Adotar uma abordagem mais flexível para a tomada de decisões e dar às pessoas maior margem de manobra cria o quadro organizacional para processos de tomada de decisão mais rápidos [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Estilo centralizado de liderança, onde todas as decisões (estratégicas, táticas e operacionais) são tomadas de forma lenta e centralizada nos níveis máximos da hierarquia (diretoria ou presidência). A velocidade das implementações também é afetada negativamente.
2. Estilo centralizado de liderança, onde a maior parte das decisões táticas e operacionais são tomadas de forma lenta, nos níveis mais altos da organização (presidência, diretoria e gerência). A velocidade da implementação também é afetada negativamente.
3. Estilo de liderança permitindo um certo grau de autonomia. Algumas decisões táticas ainda são tomadas nos níveis mais altos (presidência/diretoria), porém a maioria delas, e também as operacionais, já são tomadas nos níveis intermediários (gerência /coordenação). As informações para tomada de decisão já estão disponíveis nos diversos níveis de maneira a permitir decisões mais assertivas.

4. Estilo de liderança onde somente as decisões estratégicas são centralizadas na alta gestão. As informações para tomada de decisão já estão disponíveis nos diversos níveis de maneira a permitir decisões mais assertivas. A média gestão começa a ganhar autonomia e isso reflete positivamente na velocidade das implementações.
5. Estilo de liderança onde somente as decisões estratégicas são centralizadas na alta gestão. A informação e o conhecimento estão compartilhados de forma sistemática e assertiva para a maioria das funções.
6. *Este nível ficou sem texto devido a baixa relevância na resolução da escala.

4.4.3 Competência: Liberdade de expressão

Para que as empresas respondam rapidamente a eventos imprevistos em seu ambiente, seus funcionários devem, idealmente, ter acesso permanente ao conhecimento explícito e implícito necessário. Embora o conhecimento explícito possa ser fornecido através da tecnologia de comunicação apropriada, o compartilhamento de conhecimentos implícitos exige comunicação direta entre as pessoas que possuem o conhecimento e as pessoas que o buscam [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. A comunicação entre os funcionários é ineficiente com muitas barreiras verticais e horizontais entre os setores e departamentos. Há dificuldade na busca de informações entre os integrantes da organização.
2. A comunicação entre os funcionários não é fluida com algumas barreiras verticais e horizontais entre os setores e departamentos. Há alguma dificuldade na busca de informações entre os integrantes da organização.
3. A comunicação entre os funcionários é fluida com poucas barreiras verticais hierárquicas e horizontais entre setores e departamentos. Existe facilidade na busca de informações entre os integrantes da organização.
4. *Este nível ficou sem texto devido a baixa relevância na resolução da escala.
5. *Este nível ficou sem texto devido a baixa relevância na resolução da escala.
6. A comunicação entre os funcionários é fluida sem barreiras verticais hierárquicas e horizontais entre setores e departamentos, com processos estabelecidos de fomento à atitude de troca de informações. Existem sistemas colaborativos integrativos para auxílio na busca de informações entre os integrantes da organização.

4.4.4 Competência: Aprendizado baseado em dados (PDCA)

Os ciclos de inovação das empresas de manufatura estão ficando cada vez mais curtos. Em outras palavras, eles têm menos tempo para desenvolver respostas adequadas às mudanças no ambiente de negócios. Isso também significa que os erros devem ser detectados e suas causas identificadas o mais rápido possível. Em vez de lidar com erros baseados no instinto, é importante obter uma compreensão baseada em dados de suas causas para que as medidas corretas possam ser tomadas para resolvê-los. Empresas ágeis são

capazes de fazer isso porque monitoram continuamente seus processos de agregação de valor, capturando os dados relevantes. Então, elas analisam esses dados, muitas vezes comparando o modelo digital com os dados físicos e baseando quaisquer medidas nos resultados da análise. Seus funcionários têm confiança nos dados e estão dispostos a aprender com eles e baseiam suas decisões nisso [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Os processos de agregação de valor não são monitorados e as decisões são baseadas unicamente na experiência e instinto das pessoas.
2. Poucos processos relevantes de agregação de valor são monitorados, os dados não são confiáveis, poucos erros são detectados e poucas decisões/planos de ação são baseadas nos fatos e dados para tratar os desvios e melhorar a performance.
3. Parte dos processos relevantes de agregação de valor são monitorados, os dados são confiáveis, erros são detectados, mas poucas decisões/planos de ação são baseadas nos fatos e dados para tratar os desvios e melhorar a performance. Algum aprendizado é gerado.
4. A maioria dos processos relevantes de agregação de valor são monitorados, os dados são confiáveis, erros são detectados e a maioria das decisões/planos de ação são baseadas nos fatos e dados para tratar os desvios e melhorar a performance. Aprendizado é gerado e explorado.
5. *Este nível ficou sem texto devido a baixa relevância na resolução da escala.
6. Os processos relevantes de agregação de valor são monitorados, os dados são confiáveis, erros são detectados e as decisões/planos de ação são baseadas nos fatos e dados para tratar os desvios e melhorar a performance. Aprendizado é gerado e explorado com frequência.

4.4.5 Competência: Abertura para inovação

Uma compreensão abrangente de como funcionam as novas tecnologias e abordagens de trabalho é essencial para garantir que elas sejam integradas na empresa de forma a agregar valor. Os benefícios das inovações nem sempre são imediatamente evidentes, uma vez que as pessoas não estarão familiarizadas com as tecnologias subjacentes porque elas não foram anteriormente implantadas na empresa. Um exemplo é o uso de sistemas de assistência baseados em dados na agricultura. A otimização da rota realizada para as colheitadeiras em todo o campo pode aumentar o rendimento das safras em até 20 por cento. Vários sistemas estão agora disponíveis no mercado que são capazes de calcular a rota ótima com base nas condições ambientais atuais e quão boa a colheitadeira está. No entanto, muitos agricultores estão relutantes em mudar os hábitos. Por conseguinte, um fabricante de máquinas agrícolas decidiu instalar o seu sistema gratuitamente a título experimental. Isso permitiu ao agricultor ver os benefícios diretos para ele próprio e se convencer de que era hora de começar a fazer as coisas de forma diferente. O teste demonstrou o valor dos dados “ocultos” e as informações obtidas a partir deles. A abertura à inovação e as novas formas de fazer as coisas é, portanto, uma capacidade importante necessária para iniciar a mudança e adotar as medidas certas,

mesmo que às vezes não sejam convencionais [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. As pessoas são relutantes a mudar seu hábito, não percebem o benefício das inovações e a mudança gera desconforto às pessoas.
2. Poucas áreas buscam inovar. Têm dificuldade para perceber o benefício das inovações e dificilmente se adaptam com o novo.
3. Algumas áreas buscam inovar, mas experimentam pouco. Têm dificuldade para perceber o benefício das inovações e se adaptam pouco com o novo.
4. Várias áreas buscam inovar, mas experimentam pouco. Algumas percebem o benefício das inovações e se adaptam com o novo.
5. Várias áreas buscam inovar e experimentam o novo. Várias áreas percebem o benefício das inovações e se adaptam com o novo.
6. As pessoas buscam inovar continuamente, experimentam o novo, percebem o benefício das inovações e se adaptam com facilidade com o novo.

4.4.6 Competência: Modelagem das mudanças

Quanto mais rápida for uma empresa capaz de fornecer uma resposta apropriada para os eventos externos, maiores os benefícios da mudança para aqueles afetados por ela. Consequentemente, as mudanças corretas devem ser iniciadas, implementadas e concluídas o mais rápido possível. Isto é, portanto, importante garantir que a iniciativa seja tomada por funcionários que melhor podem interpretar o evento externo com base nos conhecimentos à sua disposição. Como muitas vezes os funcionários que trabalham mais de perto do sistema ou a máquina em questão recebem a informação em primeira mão, eles podem não ter a autoridade necessária para tomar decisões. Transferir os poderes de decisão, permitindo que os funcionários tenham uma maior margem de manobra, dar os conhecimentos técnicos relevantes ao pessoal e a oportunidade de compartilhar seus conhecimentos são, portanto, todos os requisitos importantes para garantir a agilidade na tomada de decisões. O fator crítico, no entanto, é para que os funcionários compreendam que eles também são responsáveis pelo processo de mudança. Em vez de simplesmente acompanhar a mudança, eles deveriam estar dispostos a iniciá-lo por sua própria iniciativa e serem preparados para dar o primeiro passo para que isso aconteça. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. As mudanças demoram para ser iniciadas, o tempo de implementação é longo, os colaboradores são pouco envolvidos no processo de construção da mudança, não têm autonomia para tomar decisões e pouca iniciativa.
2. As mudanças demoram para ser iniciadas, o tempo de implementação é longo, em algumas situações os colaboradores são envolvidos no processo de construção da mudança, têm alguma autoridade para tomar decisões, têm pouca iniciativa e não compartilham seu conhecimento.
3. Algumas mudanças são iniciadas rapidamente, o tempo de implementação é longo para a maioria delas, na maioria das situações os colaboradores são envolvidos no processo de construção da mudança,

- têm alguma autoridade para tomar decisões, têm pouca iniciativa e não compartilham seu conhecimento.
4. A maioria das mudanças são iniciadas rapidamente, o tempo de implementação é moderado, na maioria das situações os colaboradores são envolvidos no processo de construção da mudança, têm alguma autoridade para tomar decisões, têm iniciativa e compartilham algum conhecimento.
 5. A maioria das mudanças são iniciadas rapidamente, a implementação é ágil na maioria delas, os colaboradores sempre são envolvidos no processo de construção da mudança, têm alguma autoridade para tomar decisões, têm iniciativa e compartilham algum conhecimento.
 6. As mudanças são iniciadas rapidamente, a implementação é ágil, os colaboradores sempre são envolvidos no processo de construção da mudança, têm autoridade para tomar decisões, têm iniciativa e compartilham seu conhecimento.

4.4.7 Competência: Desenvolvimento continuado dos profissionais

A digitalização da indústria está transformando dramaticamente os conjuntos de habilidades exigidos para funcionários das empresas de manufatura. As mudanças na tecnologia de fabricação e o uso crescente de tecnologia da informação significam que as habilidades necessárias estão mudando com mais frequência. Considerando que, no passado, houve uma grande demanda por especialistas com muito conhecimento profundo, no futuro haverá um crescente pedido de “multi-versatilistas”. São funcionários que têm uma compreensão interdisciplinar de processos inter-relacionados e são capazes de adquirir o know-how especializado necessário em um curto espaço de tempo. Esses funcionários entendem que algumas das habilidades e conhecimentos adquiridos no passado só serão úteis por um tempo limitado. Eles são caracterizados pelo desejo de continuar aprendendo ao longo de suas vidas. O fato de acompanhar a forma como o ambiente está mudando significa que eles são rápidos em identificar novos requisitos de treinamento. Por conseguinte, são capazes de formular em conjunto programas de formação que abordem as competências necessárias, ao mesmo tempo em que cumprem as necessidades dos trabalhadores [1]. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Os colaboradores não têm uma compreensão interdisciplinar de processos inter-relacionados e poucos buscam adquirir o know-how especializado necessário em um determinado espaço de tempo. Poucos identificam novos requisitos de treinamento.
2. Poucos colaboradores têm uma compreensão interdisciplinar de processos inter-relacionados, poucos buscam adquirir o know-how especializado necessário em um determinado espaço de tempo. Poucos identificam novos requisitos de treinamento. Mas, não são capazes de formular em conjunto programas de formação que abordem as competências necessárias.
3. Alguns colaboradores têm uma compreensão interdisciplinar de processos inter-relacionados e são capazes de adquirir o know-how especializado necessário em um determinado espaço de tempo.

Identificam novos requisitos de treinamento. Mas, não são capazes de formular em conjunto programas de formação que abordem as competências necessárias.

4. Vários colaboradores têm uma compreensão interdisciplinar de processos inter-relacionados e alguns são capazes de adquirir o know-how especializado necessário em um curto espaço de tempo. Identificam novos requisitos de treinamento. Alguns são capazes de formular em conjunto programas de formação que abordem as competências necessárias.
5. Vários colaboradores têm uma compreensão interdisciplinar de processos inter-relacionados e são capazes de adquirir o know-how especializado necessário em um curto espaço de tempo. Identificam novos requisitos de treinamento. Vários são capazes de formular em conjunto programas de formação que abordem as competências necessárias.
6. São os colaboradores que têm uma compreensão interdisciplinar de processos inter-relacionados e são capazes de adquirir o know-how especializado necessário em um curto espaço de tempo. Eles são caracterizados pelo desejo de continuar aprendendo ao longo de suas vidas. Eles são rápidos em identificar novos requisitos de treinamento. Por conseguinte, são capazes de formular em conjunto programas de formação que abordem as competências necessárias.

4.4.8 Competência: Reconhecimento do valor dos erros

Aprender, as empresas ágeis atribuem grande importância aos erros. Essas empresas entenderam que os processos de aprendizado e mudança só podem ser desencadeados por erros. Os erros proporcionam uma oportunidade para obter uma melhor compreensão dos processos da empresa e descobrir relações de causa e efeito anteriormente desconhecidas. A maneira como uma empresa lida com erros é, portanto, um aspecto fundamental da sua cultura corporativa. Existem dois enfoques profundamente diferentes para erros. Uma atitude negativa em relação aos erros se reflete em uma estratégia baseada na sistemática de evitar os erros, impondo penalidades rígidas para os mesmos e correção o mais rápido e discretamente possível. Empregados de empresas onde está cultura prevalece, geralmente não estão dispostos a expor erros. Essa atitude inibe sua vontade de mudar. Por outro lado, uma cultura que reconhece o valor dos erros é caracterizada por discussão aberta de erros quando estes ocorrem, documentação com sistemática para tratar os erros e visando encontrar as causas dos erros e suas soluções. Ao investigar erros, é fundamental se concentrar-se em entender suas causas e não em descobrir quem é culpado. Os seis níveis desta competência foram elaborados como segue:

1. Erros devem ser evitados a todo custo. Quando ocorrem, devem ser resolvidos o mais rápido possível. Erros não são discutidos proativamente para o aprendizado e prevenindo que “pessoas” não sejam culpadas.
2. Este nível ficou sem texto devido à baixa relevância na resolução da escala.
3. Os funcionários tentam evitar erros. Eles seguem os manuais internos de qualidade e documentos normatizados. Os funcionários estão dispostos a discutir os erros dentro dos próprios departamentos.

4. Não há a busca por culpados ou a ocultação de erros e quando ocorrem eles são investigados em um clima construtivo.
5. Os funcionários são completamente abertos com a maneira com que lidam com os erros. A oportunidade de desenvolver um entendimento comum e aprender algo novo estimula os funcionários a identificar efetivamente os erros potenciais e prontamente analisar e entender os erros que ocorrem.
6. Este nível ficou sem texto devido a baixa relevância na resolução da escala.

5 Resultados E Discussões

5.1 Maturidade da Área de Manufatura

Tendo como base a escala criada para todas as competências das quatro áreas funcionais, foi possível agrupar as informações e gerar uma visão preliminar do índice de maturidade da área de manufatura da Docol Metais Sanitários. A Figura 16 abaixo mostra o gráfico de resultado do índice de maturidade para as quatro áreas estruturais: Recursos, Estrutura Organizacional, Sistema de Informação e Cultura. A linha denominada “score” representa a pontuação obtida e a linha denominada “meta inicial” é uma sugestão para um estágio intermediário de evolução.



Figura 16: Gráfico do diagnóstico de maturidade da área funcional de manufatura da Docol Metais Sanitários

5.2.1 Area Estrutural: Recursos

A Figura 17 mostra o resultado do índice de maturidade para as cinco competências da área estrutural Recursos: Fornece competências digitais,

Aquisição de dados automáticos, Processamento de dados descentralizados, Comunicação eficiente e Interface digital. A análise das competências foi realizada sob a ótica da manufatura, porém algumas competências têm abrangência corporativa e não podem ser consideradas de forma isolada. Este fator deve ser considerado na elaboração e implementação de futuros planos de ação.

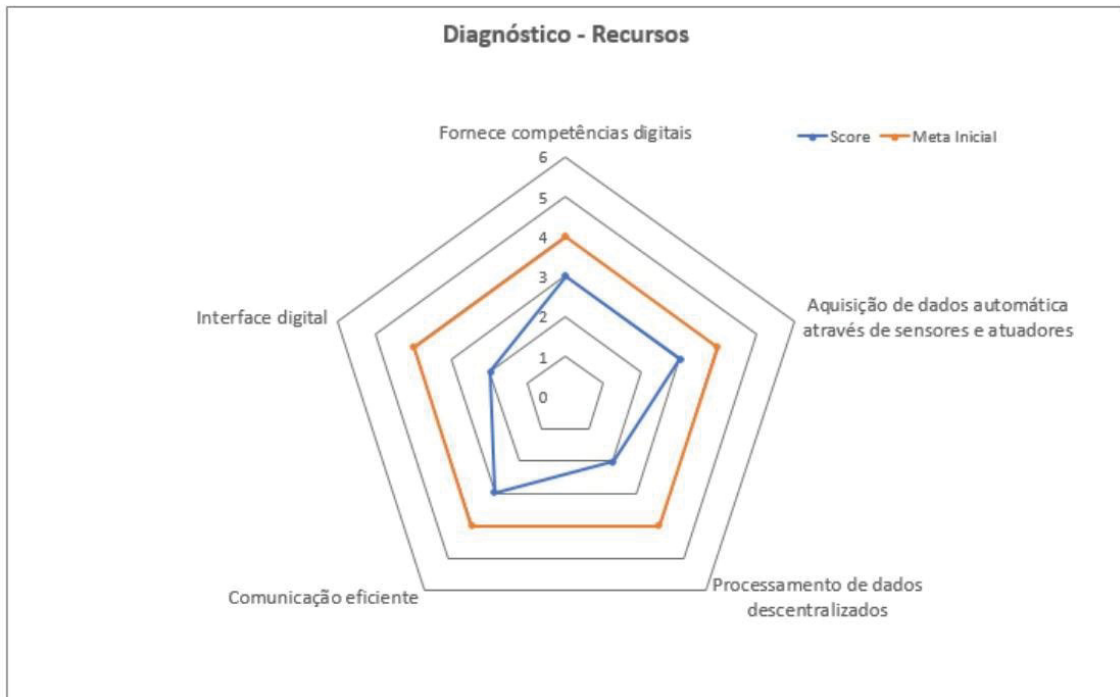


Figura 17: Gráfico do diagnóstico de maturidade da área estrutural: Recursos.

As descrições dos estágios de maturidade de cada competência foram identificadas como segue:

1. **Fornecer Competência Digital:** Em geral, os treinamentos são sob demanda de forma reativa. Na contratação, essa competência é relevante para alguns cargos.
2. **Aquisição de dados automático através de sensores e atuadores:** Equipamentos ou áreas de manufatura com algum sensoriamento já conectados em algum sistema de aquisição de dados (MES).
3. **Processamento de dados Descentralizados:** Muitas aplicações e sistemas sobrepostos com elevado número de falhas. Centralização com excesso de operação, áreas não satisfeitas e de difícil manutenção.
4. **Comunicação Eficiente:** Alguns processos em fase de implementação e pelo menos um processo em operação. Aprovações com assinaturas analógicas na grande maioria dos processos. Para o processo em operação, pode ser citado o procedimento para solicitação e aprovação de ordens de compra.
5. **Interface Digital:** Poucos equipamentos com interface digital. Dependência de fabricantes para as interfaces existentes, dificultando manutenção e integração. Infraestrutura apropriada permitindo conectividade com e sem fio.

5.2.2 Área Estrutural: Estrutura Organizacional

Figura 18 mostra o resultado do índice de maturidade para as seis competências da área estrutural Estrutura organizacional: Comunidades flexíveis, Gestão de direitos de decisão, Sistema motivacional para atingimento de meta, Gerenciamento ágil, Foco no valor do cliente, Cooperação na cadeia de valor.



Figura 18: Gráfico do diagnóstico de maturidade da área estrutural: Estrutura Organizacional.

As descrições dos estágios de maturidade de cada competência foram identificadas como segue:

1. **Comunidades Flexíveis:** Estrutura organizacional rígida ou tradicional, limitando-se ao organograma formal. Grupos de melhoria orientados por metas departamentais. Alguns projetos com equipes de diversos departamentos indicados pela alta gestão.
2. **Gestão de Direitos de Decisão:** Alguns processos com informações digitais confiáveis para auxiliar na tomada de decisão. Em geral, as decisões são centralizadas com direitos restritos à alta gestão com certo grau de autonomia para equipes especializadas. Os processos são lentos por exigir elevado esforço para nivelar as informações com a alta gestão.
3. **Sistema Motivacional para Atingimento de Meta:** Conjunto de metas departamentais unidimensionais, ex. volume produzido, e algumas metas com conexão direta com os objetivos gerais da empresa: gerar valor ao cliente. Orientação das metas promovendo o aumento da eficiência dos processos e a melhoria contínua com a aplicação de ferramentas de melhoria como o PDCA. Há um sistema de gestão formal

e incentivos monetários em todos os níveis da organização e comunidades flexíveis, porém os incentivos não monetários não fazem parte do sistema formal de gestão motivacional.

4. **Gerenciamento Ágil:** Processos de desenvolvimento convencionais e inflexíveis com dificuldade de lidar com requisitos imprecisos ou ambiente dinâmico. Não existe um modelo de validação de hipóteses rápido com interação com o ambiente real externo ou entre departamentos.
5. **Foco no Valor do Cliente:** A organização possui foco nas suas competências e na criação de valor ao usuário direto. Desenvolve produtos com alguma participação dos clientes diretos. A empresa faz revisões formais e não frequentes nas suas competências e do seu papel na cadeia.
6. **Cooperação na Cadeia de Valor:** Há integrações pontuais entre parceiros para o desenvolvimento de soluções com foco em produtos, processos e serviços. Existe elevado risco no compartilhamento de informações.

5.2.3 Área Estrutural: Sistema da Informação

A Figura 19 mostra o resultado do índice de maturidade para as oito competências da área estrutural Sistema da Informação: Análise de dados, Infraestrutura de TI, Armazenamento de dados, Interfaces, Governança de dados, Segurança de TI, Disponibilidade e entrega da informação.

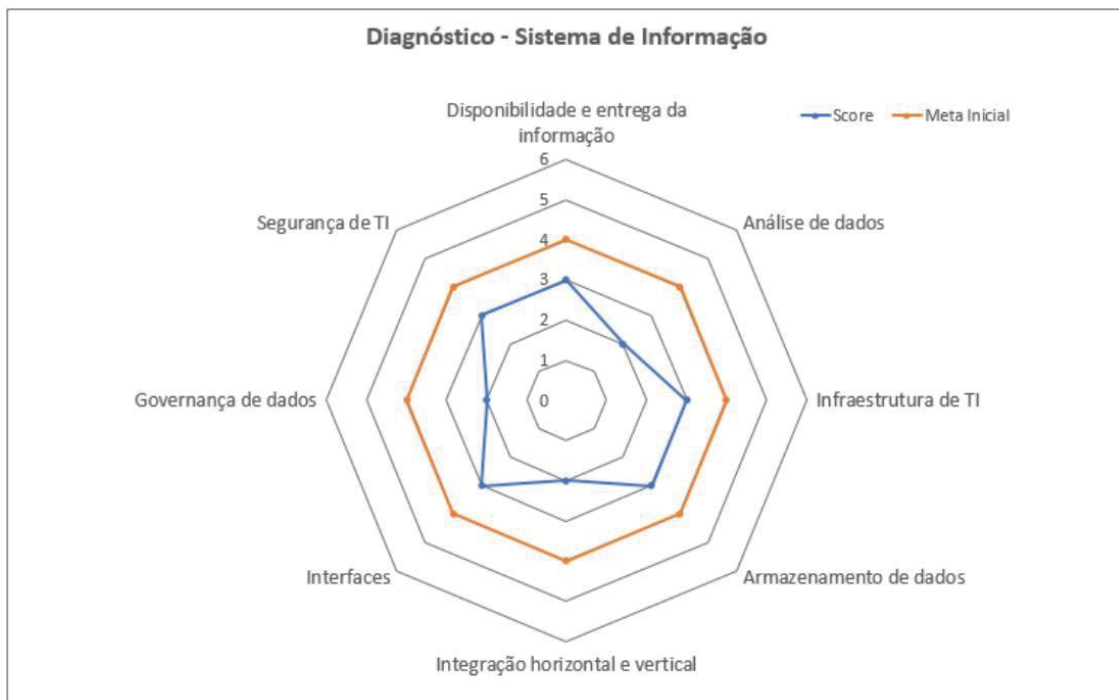


Figura 19: Gráfico do diagnóstico de maturidade da área estrutural: Estrutura Organizacional.

As descrições dos estágios de maturidade de cada competência foram identificadas como segue:

1. **Análise de Dados:** A organização não utiliza análise automatizada de dados para produzir informações de valor e suportar suas decisões. As tomadas de decisões são baseadas em dados apresentados em relatórios e aplicativos de Inteligência de negócio relacionando diversas fontes de dados. Utiliza relação de causa e efeito relacionando diversas fontes de dados.
2. **Infraestrutura de TI:** Já há infraestrutura de rede interconectando todas as operações de negócio. Servidores de arquivos dedicados com rotinas padronizadas de backup. Sistemas de armazenamento de dados, sistemas de gerenciamento de impressão e sistemas de comunicação informatizados. Alguns processos já utilizando a nuvem como recursos de processamento e armazenamento. É possível identificar sistemas no modelo SaaS (Software as a Service).
3. **Armazenamento de Dados:** Os sistemas mantêm o seu próprio banco de dados estruturados. Alguns dados são armazenados em servidores na nuvem. Há o armazenamento e utilização de dados externos.
4. **Integração Horizontal e Vertical:** Os sistemas de informação horizontais como o MES, Células de montagem e ERP apresentam algum nível de compartilhamento de dados mas sem integração com os sistemas de informação verticais como o Qlikview e ERP.
5. **Interfaces:** Há padrão de interface documentada (APIs, Protocolo de comunicação) para a utilização entre os diversos recursos da organização como máquinas e sistemas. Alguns recursos apresentam compatibilidade com esse padrão.
6. **Governança de Dados:** Há uma política de gerência de dados permitindo controle para como e quando as estruturas de dados são criadas ou alteradas. Em geral, a política não é institucionalizada, ficando nas mãos de um grupo ou pessoa, com função de Administrador do Banco de Dados (ABD). O sucesso depende das habilidades dos administradores, porém não há muito esforço em documentar e tratar as informações. Há pouca diferenciação entre modelos lógicos e físicos direcionando esforços para os aspectos técnicos da gerência de dados.
7. **Segurança de TI:** A organização tem sua política de segurança estabelecida e disseminada entre os diversos processos de informação. Há certa padronização neste ponto, principalmente no controle e na utilização dos recursos e ativos de tecnologia.
8. **Disponibilidade e Entrega da Informação:** Os principais processos já possuem dados armazenados. Possibilidade de extração de relatórios com alguma integração entre dados de outros sistemas.

5.2.4 Área Estrutural: Cultura

A Figura 20 mostra o resultado do índice de maturidade para as oito competências da área estrutural Cultura: Alinhamento entre sistemas e processos, Estilo democrático de liderança, Liberdade de expressão, Aprendizagem baseada dados, Abertura para Inovação, Modelagem para mudanças, Desenvolvimento continuado de profissionais, Reconhecimento de valor dos erros.

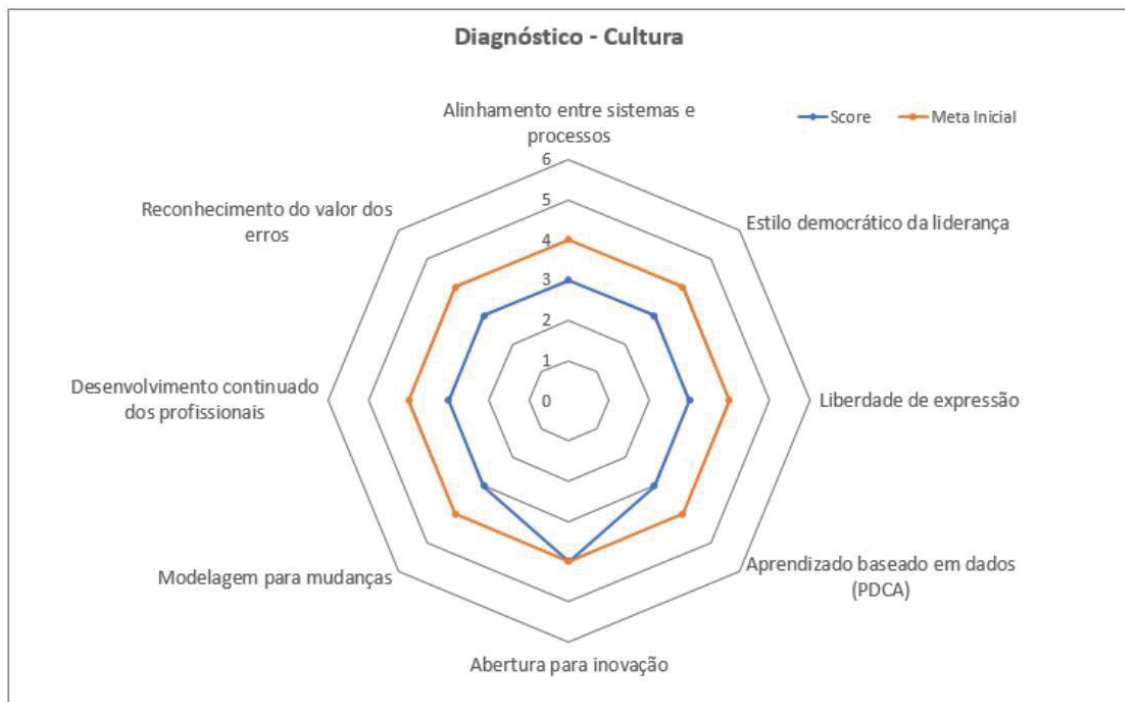


Figura 20: Gráfico do diagnóstico de maturidade da área estrutural: Cultura.

As descrições dos estágios de maturidade de cada competência foram identificadas como segue:

1. **Alinhamento entre Sistemas e Processos:** Sistemas de informações existentes, mas usados em poucas áreas da empresa. Informações ainda não contextualizadas para uso.
2. **Estilo Democrático de Liderança:** É identificado um estilo de liderança permitindo um certo grau de autonomia. Algumas decisões táticas ainda são tomadas nos níveis mais altos da hierarquia da organização, porém a maioria delas, e também as operacionais, já são tomadas nos níveis intermediários como gerência e coordenação. As informações para tomada de decisão já estão disponíveis nos diversos níveis, de maneira a permitir decisões mais assertivas.
3. **Liberdade de Expressão:** A comunicação entre os funcionários é fluida com poucas barreiras verticais hierárquicas e horizontais entre setores e departamentos. Existe facilidade na busca de informações entre os integrantes da organização.
4. **Aprendizagem Baseada em Dados:** Parte dos processos relevantes de agregação de valor são monitorados, os dados são confiáveis, erros são detectados, mas poucas decisões/planos de ação são baseadas nos fatos e dados para tratar os desvios e melhorar a performance. Algum aprendizado é gerado.
5. **Abertura para Inovação:** Várias áreas buscam inovar, mas experimentam pouco. Algumas percebem o benefício das inovações e se adaptam com o novo.
6. **Modelagem para Mudanças:** Algumas mudanças são iniciadas rapidamente, o tempo de implementação é longo para a maioria delas. Na maioria das situações, os colaboradores são envolvidos no processo

de construção da mudança e têm alguma autoridade para tomar decisões, porém há pouca iniciativa e compartilhamento limitado do conhecimento.

7. **Desenvolvimento Continuado de Profissionais:** Alguns colaboradores têm compreensão interdisciplinar de processos inter-relacionados e são capazes de adquirir o conhecimento especializado necessário em tempo hábil. Identificam novos requisitos de treinamento, mas não são capazes de formular em conjunto programas de formação que abordem as competências necessárias.
8. **Reconhecimento de Valor dos Erros:** Os funcionários tentam evitar erros. Preferencialmente são adotados os manuais internos da qualidade e outros documentos normatizados. Os funcionários estão dispostos a discutir os erros dentro dos próprios departamentos.

6 Conclusões

Este trabalho assumiu como objetivo realizar o diagnóstico de maturidade da área de manufatura da empresa Docol Metais Sanitários apoiando-se sob a metodologia estabelecida pela German Academy of Science and Engineering (Acatech) [1] e VDMA [7] com foco nas quatro áreas estruturais: cultura, recursos, estrutura organizacional e sistemas de informação.

Realizou-se em primeiro lugar uma revisão da literatura, iniciando pelo histórico da manufatura [4] [2] e introduzindo os conceitos atuais de manufatura avançada 4.0 [1] [6], contemplando os seis estágios de desenvolvimento: Informatização, conectividade, visibilidade, transparência, capacidade de predição e adaptabilidade [1]. O caráter tecnológico do tema leva a pensar que somente tecnologia deve ser considerada nas análises, negligenciando aspectos como cultura e estrutura organizacional e reduzindo o potencial de transformação da indústria 4.0. Tendo em vista a influência destes dois últimos fatores, decidiu-se desenvolver o modelo que descreve as quatro áreas estruturais [1].

O trabalho envolveu a criação de um grupo multifuncional com integrantes das áreas de manufatura, engenharia, informática, logística, RH e marketing que se reuniu periodicamente para a construção do modelo. Nesta fase constatou-se que o modelo com seis estágios de maturidade é perfeitamente aplicável para questões tecnológicas, porém tem pouca aderência para muitos aspectos culturais e organizacionais, trazendo certa insegurança na construção do modelo de maturidade.

Em primeiro lugar verificou-se que a área de manufatura da Docol permeia entre Conectividade e Visibilidade, estágios 2 e 3 da escala de maturidade [1], e que a pequena diferença entre a pontuação mínima e máxima mostra um certo grau de homogeneidade da organização, sugerindo equilíbrio entre as áreas estruturais.

Deste estudo, podemos afirmar ainda que a área estrutural "Cultura" teve a pontuação mais elevada e também a mais homogênea dentre as quatro áreas avaliadas. Não obstante, este tema esteve em pauta nos trabalhos da empresa nos últimos três anos.

O presente estudo apresenta resultados que podem orientar um futuro plano de ação para desenvolvimento de competências. Na área estrutural "Sistemas de Informação", os menores níveis de maturidade foram para as competências análise de dados, governança de dados e integração horizontal e vertical. Já para a área estrutural "Estrutura Organizacional", os menores níveis de maturidade foram para as competências gerenciamento ágil, foco no valor do cliente e cooperação na cadeia de valor.

O presente estudo apresenta algumas limitações. A amostragem da área de manufatura não representa a totalidade da empresa, portanto sugere-se um estudo geral da organização para as etapas futuras. Outra limitação identificada

é a pontuação e o consenso realizados pelos membros do grupo multifuncional, que apesar de experientes, são uma amostragem pequena do todo.

Apesar das limitações identificadas, e de outras que podem ser apontadas, considera-se que o estudo realizado permitiu conhecer melhor os modelos de maturidade estudados e o estágio da Docol nas diferentes áreas.

Os trabalhos futuros devem abranger mais áreas da organização e apontar soluções a serem testadas e caminhos a serem percorridos para reduzir o caráter teórico do trabalho e motivar a experimentação.

Referências

- [1] SCHUH , Günther. Acatech: Industrie 4.0 Maturity Index: Managing the Digital Transformation of Companies. 2017.
- [2] Site Internet: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/terceira-revolucaoindustrial.htm>. Terceira Revolução Industrial. Acessado em 17 de fevereiro de 2018.
- [3] Site Internet:
<http://www.inovasyon.org/pdf/GermanyINDUSTRIE4.0ACTORS.pdf>.
INDUSTRIE 4.0 ACTORS. Acessado em 17 de fevereiro de 2018.
- [4] Site Internet: <http://www.sohistoria.com.br/resumos/revolucaoindustrial.php>.
Revoluções Industriais. Acessado em 17 de fevereiro de 2018.
- [5] McKinseyCompany. Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector. McKinsey Digital, 2015.
- [6] Molnar Michael F. The US Advanced Manufacturing Initiative. NIST: National Institute of Standards and Technology, 2011.
- [7] VDMA. Industrie 4.0 readiness. 2015.