



Setor de Automação Industrial

Recomendações Setoriais



Modelo SENAI de Prospecção

Série Antena Temática, n.10

Brasília
2011

Setor de Automação Industrial

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI

Presidente: *Robson Braga de Andrade*

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI

Conselho Nacional

Presidente: *Robson Braga de Andrade*

SENAI - Departamento Nacional

Diretor Geral: *José Manuel de Aguiar Martins*

Diretora de Operações: *Regina Maria de Fátima Torres*



*Confederação Nacional da Indústria
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional*

Setor de Automação Industrial

Recomendações Setoriais



Modelo SENAI de Prospecção

Série Antena Temática, n.10

**Brasília
2011**

© 2011. SENAI – Departamento Nacional

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

SENAI/DN

Unidade de Prospectiva do Trabalho - UNITRAB

FICHA CATALOGRÁFICA

P662i

Pio, Marcelo José.

Setor de automação industrial: recomendações setoriais / Marcelo José Pio. – Brasília: SENAI.DN, 2011.
xpp. (Série Antena Temática, n.10)

ISBN

1. Inovação 2. Tecnologia 3. Automação Industrial I. Título II.
Série

CDU 67

SENAI

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional

Sede

Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (0xx61) 3317-9544
Fax: (0xx61) 3317-9550
<http://www.senai.br>

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema geral da metodologia para cenários setoriais de EP e STT

Figura 2 – Eixos da Estruturação do Escopo dos Cenários

Figura 3 – Eixos da Estruturação do Escopo dos Cenários SENAI de Educação Profissional e Serviços Técnicos e Tecnológicos

Figura 4 – Matriz SWOT

Quadro 1 - Ameaças e oportunidades selecionadas

Quadro 2 - Forças e fraquezas selecionadas

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

2 CENÁRIOS SETORIAIS

2.1 Especialistas Envolvidos na Metodologia

3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

3.1 Método para Construção dos Cenários

3.2 Cenários de Referência

3.3 Identificação do Comportamento das Variáveis-Chave

3.3.1 Bloco Mercado

3.3.2 Bloco Tecnologia e Organização

3.3.3 Bloco Ocupação

3.3.4 Gaps Educacionais

4 DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS

4.1 O Mundo é Automatizado

4.2 A Luta pela Automação

4.3 A Automação Resiste

4.4 A Vitória da Mecanização

5 ANÁLISE DA MATRIZ SWOT

6 RECOMENDAÇÕES SETORIAIS

6.1 Introdução

6.2 Recomendações Gerais para o SENAI no setor de Automação Industrial

6.3 Recomendações para Formação Profissional no Setor de Automação Industrial

6.3.1 Recomendação Geral

6.3.2 Recomendações Específicas

6.3.3 Recomendações de Oferta de Cursos para outras Famílias Ocupacionais

6.4 Recomendações para Oferta de Serviços Técnicos e Tecnológicos

6.4.1 Recomendações Gerais

6.4.2 Recomendações Específicas

7 LISTA DE ESPECIALISTAS

APÊNDICES

Apêndice A – Questionários *Delphi* - Prospecção Tecnológica e Organizacional

Apêndice B – Glossário de Termos

ANEXOS

Anexo A – Demanda por Formação Profissional - Projeções

Anexo B – Impactos Ocupacionais

Anexo C – *Gaps* Educacionais

APRESENTAÇÃO

Em 10 de agosto de 2010, realizou-se na cidade de Brasília a Antena Temática para o setor de Automação Industrial. Esse evento é parte integrante da metodologia para geração de Cenários Setoriais para EP e STT, o qual tem por objetivo caracterizar a necessidade futura de mão-de-obra qualificada.

A Antena Temática é a última etapa na implementação do Modelo. Nela são discutidos os resultados da dimensão quantitativa da demanda (análise de tendências ocupacionais), da dimensão qualitativa da demanda (mudanças em perfis profissionais) e da dimensão do perfil da escolaridade do público alvo do SENAI. Com base na identificação dessas prováveis mudanças, a Antena Temática formula *Recomendações* referentes ao setor em questão, disponibilizando-as para as áreas de educação e de tecnologia do Departamento Nacional (DN) e dos Departamentos Regionais (DRs), e para todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para alcançar esses resultados.

Este documento apresenta uma síntese de todas as etapas da metodologia de cenários setoriais, finalizando com as *Recomendações* referendadas pelo Grupo Executor (GE), o qual é composto por especialistas do setor em questão e que tem como objetivo orientar e validar todas as etapas e todos os estudos integrantes da metodologia. Ressalta-se que tais informações estratégicas serão encaminhadas a diferentes fóruns de discussões sobre a cadeia produtiva analisada.

José Manuel de Aguiar Martins
Diretor Geral do SENAI/DN

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, as mudanças estruturais, tecnológicas, produtivas e organizacionais têm afetado o mundo do trabalho e provocado uma reestruturação significativa dos fluxos produtivos. Este fenômeno tem como pano de fundo o acelerado desenvolvimento tecnológico visando ao aumento da produtividade e da competitividade e à constituição de um mercado de trabalho cada vez mais competitivo e seletivo. Isso pode ser observado pelas mudanças verificadas desde o modelo *fordista* até os atuais sistemas flexíveis de produção.

Este processo de globalização econômica tem como um de seus principais focos o desenvolvimento, a comercialização e a utilização de tecnologias de elevado valor agregado, que tem eliminado, de forma constante, as vantagens comparativas baseadas no baixo custo da mão-de-obra e na abundância de matérias-primas.

Essa nova estratégia competitiva, baseada no processo de inovação tecnológica, tem influenciado consideravelmente a quantidade, a estruturação dos empregos e a alteração dos perfis profissionais, uma vez que o desenvolvimento e o estabelecimento de uma estrutura produtiva avançada, do ponto de vista tecnológico, vão além do oferecimento de incentivos financeiros e fiscais: engloba a necessidade de uma força de trabalho capaz de atender os novos paradigmas tecnológicos atuais e futuros.

Além disso, as mudanças organizacionais experimentadas pelas empresas, tais como reengenharia, produção enxuta, sistemas de qualidade e gerenciamento de redes, geram estruturas mais complexas, as quais modificam o trabalho e, por conseguinte, as exigências de qualificação profissional. Como exemplo, pode-se considerar que em um processo de desverticalização com o uso das tecnologias da informação e comunicação existe a tendência de ocorrer mudanças nos processos de comunicação.

Este novo cenário tem interposto um perfil profissional que requer, de forma geral, o uso pleno dos sistemas de comunicação, a interpretação de dados, a flexibilização das atividades, a integração com os diversos níveis ocupacionais e a geração, interiorização e troca de conhecimentos. Além disso, existe uma busca crescente por profissionais que estejam aptos a interpretar informações estruturadas e semi-estruturadas, trabalhar com sistemas automatizados e ter uma postura mais ativa, participando mais amplamente dos processos produtivos devido ao seu perfil mais polivalente. De forma sintética, considera-se que o moderno trabalhador deverá, cada vez mais, ser capaz de utilizar suas habilidades profissionais de modo integrado às suas características pessoais e vivências socioculturais. Se as tendências tecnológicas e organizacionais verificadas para os setores industriais forem confirmadas, o trabalhador do modelo *taylorista-fordista* começará a perder importância nos novos sistemas produtivos. Essa tendência demonstra que a especialização, sem agregação de conhecimento, tenderá a perder cada vez mais significado com o advento dos sistemas inteligentes.

Dentro desse contexto de mudanças nos perfis profissionais ligados aos sistemas produtivos, é fundamental para uma instituição de formação profissional possuir ferramentas para acompanhar, de forma antecipativa, tais alterações.

Vale lembrar que, para uma instituição com essas características, a demanda de mão-de-obra qualificada em uma fase de expansão econômica pode ser atendida considerando a

formação de novos profissionais, a requalificação de trabalhadores deslocados de suas funções tradicionais ou daqueles que se encontram sob ameaça de perda de emprego.

Contudo, deve-se lembrar que os esforços de capacitação profissional vão depender da extensão do ciclo de expansão da economia, do tipo de mão-de-obra requerida pela demanda, e da mão-de-obra que foi sendo desligada pelas empresas, na fase anterior à do ciclo expansivo.

Para tratar das questões relacionadas às possíveis mudanças em perfis ocupacionais e demanda por serviços técnicos e tecnológicos, o Sistema SENAI, em conjunto com alguns dos principais centros acadêmicos do País, desenvolveu os **Cenários Setoriais**, que tem por objetivo geral prever a necessidade futura de mão-de-obra qualificada e de serviços técnicos e tecnológicos na indústria.

Além da questão da qualificação futura da mão-de-obra, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) tem, atualmente, desenvolvido ações e estratégias que visam estimular o desenvolvimento adequado para a difusão de novas tecnologias, visando ao aumento da competitividade das cadeias produtivas estudadas.

O presente documento é composto por 7 tópicos considerando a introdução como o 1º tópico. No 2º tópico, é apresentada a metodologia de Cenários Setoriais com suas dimensões de estudo e pesquisa. Os métodos e procedimentos para confecção dos cenários são discutidos no 3º tópico. O 4º trata da descrição dos cenários enquanto no 5º tópico é demonstrada a análise SWOT feita para cada cenário. As *Recomendações*, geradas na Antena Temática, e oriundas das análises dos cenários, impactos ocupacionais e matriz SWOT são mostradas no 6º tópico. A lista nominal dos participantes dos estudos de prospecção (tecnológica e organizacional) é apresentada no 7º tópico. O documento contém, ainda, anexos nos quais são apresentados os questionários utilizados, as listas para cada cenário dos impactos ocupacionais e projeções, além de um glossário de termos utilizados na descrição dos cenários e elaboração das Recomendações.

2 CENÁRIOS SETORIAIS

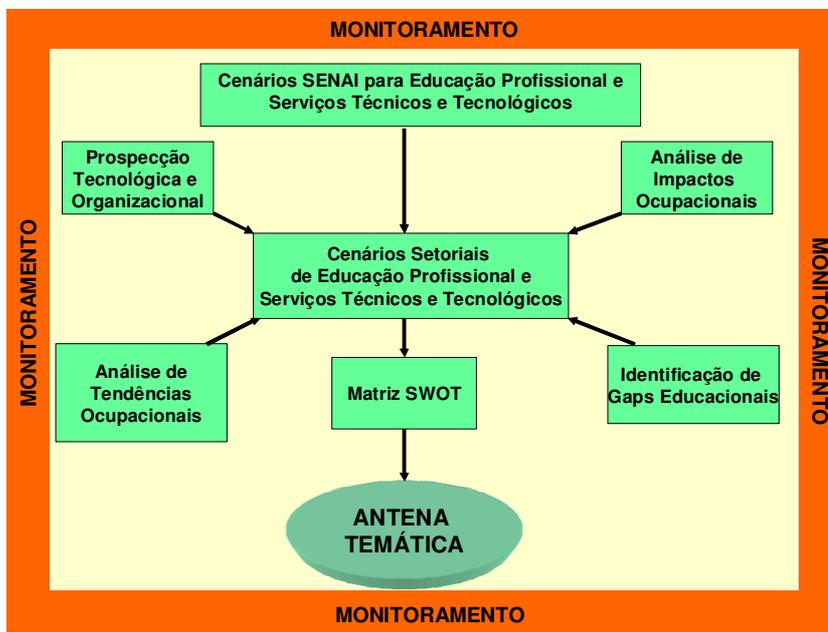
Os *Cenários Setoriais* possibilitam uma melhor preparação do SENAI na oferta de mão-de-obra, reduzindo os efeitos negativos trazidos por sua ausência, especialmente nas fases de crescimento econômico, no qual sua demanda é maior. Além disso, a antecipação de possíveis mudanças nos setores industriais estudados pode vir a gerar uma série de serviços tecnológicos a ser ofertado pelo SENAI, o que contribui para o aumento da competitividade das empresas brasileiras.

Nos *Cenários Setoriais*, a necessidade de mão-de-obra qualificada é considerada nas seguintes dimensões:

- Estimativa da quantidade de trabalhadores qualificados.
- Identificação de mudanças prováveis no perfil da ocupação.
- Análise de *gaps* educacionais.
- Identificação de mudanças prováveis na oferta de educação profissional (cursos regulares e de requalificação).

A metodologia é constituída por um conjunto inter-relacionado de atividades de caráter prospectivo. Entre as atividades previstas na metodologia, merece destaque a **Antena Temática**, a qual realiza uma síntese dos resultados das várias atividades relacionadas com tecnologia, organização, trabalho e educação, registrando, dessa forma, o estágio dos conhecimentos obtidos até o momento.

As *Recomendações Setoriais* decorrentes das Antenas Temáticas servem de orientação para o desenvolvimento de atividades futuras no campo de educação profissional, Serviços Técnicos e Tecnológicos (STTs) e atualização de recursos humanos. Deste modo é possível analisar, de forma integrada, a dinâmica dos setores produtivos e as diversas formas para melhor atuação das instituições de formação profissional. A figura 1, a seguir, mostra esquematicamente o fluxo de atividades do processo prospectivo para elaboração dos *Cenários Setoriais*.



Fonte: UNITRAB/SENAI-DN

Figura 1 – Esquema geral da metodologia para cenários setoriais de EP e STT

A seguir são detalhadas as atividades prospectivas que compõem a metodologia de cenários setoriais

- **Prospecção Tecnológica:** A prospecção tecnológica objetiva identificar Tecnologias Emergentes Específicas (TEEs) – caracterizadas como inovações em fase de desenvolvimento, pré-comercial ou recentemente introduzidas no mercado ou aquelas com baixo grau de difusão independente do tempo que estão no mercado – que terão um grau de difusão de até 70% do mercado usuário em um horizonte temporal de 5 a 10 anos. O método utilizado para a prospecção tecnológica é a pesquisa *Delphi*, que é realizada junto a um grupo de especialistas (*Painel Delphi*).
- **Prospecção Organizacional:** A prospecção organizacional objetiva identificar as possíveis mudanças na estrutura organizacional do setor ou segmento considerado, no mesmo horizonte temporal utilizado na prospecção tecnológica, isto é, de 5 a 10 anos. Ela parte da premissa que para atender melhor às incertezas geradas, e se preparar do ponto de vista organizacional, cada setor/segmento ou estrutura produtiva deve ser capaz de conhecer as futuras mudanças nos vetores de maior influência na estrutura macro-gerencial. O método utilizado para a prospecção organizacional também é uma pesquisa *Delphi*, realizada junto a um grupo de especialistas, normalmente diferente daquele que respondeu à prospecção tecnológica.
- **Análise de Tendências Ocupacionais:** Essa metodologia visa projetar a demanda por mão-de-obra do mercado de trabalho nacional e estadual, por setor e ocupação. Com vistas a realizar projeções de demanda por mão-de-obra, a metodologia de Análise de Tendências Ocupacionais utiliza, principalmente, dois conjuntos de procedimentos metodológicos: Matriz insumo-produto (para calcular os impactos no emprego nacional e estadual por setor) e estimativas das variações de demanda nos diversos setores da economia brasileira.
- **Análise de Impactos Ocupacionais:** A análise de Impactos Ocupacionais tem por objetivo identificar e avaliar, junto a representantes de empresas e de universidades,

as mudanças prováveis nos perfis profissionais decorrentes dos cenários gerados. Esse entendimento permitirá a identificação de possíveis novas atividades e competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) relacionadas a determinados grupos ocupacionais.

- **Análise de Gaps Educacionais:** Os *gaps* educacionais são identificados pela análise comparativa entre os níveis de proficiência dos estudantes e os perfis demandados nos diferentes cenários, isto é, verifica-se o que o indivíduo sabe e o que deveria saber em função do seu grau de escolaridade e das habilidades necessárias para realizar um curso técnico ou tecnológico. Com essa informação é possível determinar as necessidades de nivelamento que permitam que os estudantes acompanhem a formação técnica.
- **Matriz SWOT:** Nesta etapa são estabelecidas para cada cenário gerado as ameaças e oportunidades para a formação profissional e oferta de serviços técnicos e tecnológicos, bem como as forças e fraquezas do SENAI para o setor considerado. Como definições têm-se que **oportunidades** são “tendências de situações ou acontecimentos externos à organização, que podem auxiliá-la no alcance de seus objetivos e de sua missão”. As **ameaças** são “tendências de situações ou acontecimentos que podem prejudicar a organização na busca de seus objetivos e de sua missão”. **Fraquezas** são limitações, falhas ou defeitos da organização que dificultam a busca de seus objetivos e **força** como uma propriedade interna da organização que a auxilia na busca de seus objetivos e sua missão. Contudo, alguns autores consideram que a força de uma organização pode se transformar em fraqueza, desde que se altere o contexto de determinado ambiente externo.
- **Antena Temática:** É a etapa final da metodologia. Nela são discutidos os cenários gerados e as ameaças e oportunidades estabelecidas. A análise dessas informações permitirá a geração de *Recomendações* para os tomadores de decisão do sistema SENAI, a fim de que esses possam desenvolver ações futuras de Formação Profissional, Serviços Técnicos e Tecnológicos (STT) e atualização de recursos humanos. Tais ações permitirão ao SENAI atuar, também, como um agente de “indução” à difusão de novas tecnologias, por meio de atividades que diminuam o grau de incerteza dos representantes do fluxo produtivo na etapa de aquisição das TEEs.
- **Sistemas de Monitoramento:** As atividades de monitoramento permitem a retroalimentação dos Cenários Setoriais de EP e STT. Nesta etapa, busca-se acompanhar a ocorrência dos resultados obtidos pelos estudos prospectivos e de tendências ocupacionais. Esses resultados permitirão novas ações do SENAI para intensificar o processo de suporte à difusão tecnológica e da modernização de suas unidades operacionais. O monitoramento dos resultados do Modelo é feito através de pesquisas em fontes secundárias e primárias, dependendo da amplitude do segmento a ser monitorado

2.1 Especialistas Envolvidos na Metodologia

A aplicação da metodologia de *Cenários Setoriais de EP e STT* mobiliza um considerável número de especialistas, divididos em grupos específicos, que atuam em diferentes

etapas prospectivas. São os seguintes os grupos de especialistas que participam da metodologia.

Grupo Executor (GE): Esse grupo tem por objetivo orientar tecnicamente os estudos para o setor em questão. Entre suas atribuições, podem ser citadas: construir os cenários setoriais, adequar às prospecções tecnológica e organizacional; indicar as ocupações que serão estudadas; discutir e validar os resultados gerados pelas diversas metodologias do Modelo; discutir e validar as *Recomendações* geradas para os tomadores de decisão do Sistema SENAI. O GE é assim constituído:

- Três especialistas externos oriundos do meio empresarial e acadêmico.
- Dois consultores setoriais externos, que foram também responsáveis pelo estudo setorial nas dimensões organizacional e tecnológica.
- Quatro especialistas internos oriundos de Unidades do SENAI especializadas no setor.

Grupo de Apoio: Grupo formado pela equipe da UNITRAB e consultores de universidades. Este grupo tem por objetivo gerenciar as metodologias do Modelo fornecendo os subsídios metodológicos necessários para execução das pesquisas e estudos.

Especialistas participantes das prospecções tecnológica e organizacional: Grupo formado por especialistas do setor estudado, oriundos dos meios acadêmico, empresarial e governamental, que respondem aos questionários *Delphi* nas dimensões tecnológica e organizacional.

3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

3.1 Método para Construção dos Cenários

Para a construção dos *Cenários Setoriais de Educação Profissional e Serviços Técnicos e Tecnológicos*, foi utilizado o método desenvolvido pela *Global Business Network (GBN)*. Esse método é composto pelas seguintes macroetapas:

- Identificação do problema;
- Identificação das variáveis-chave endógenas e exógenas ao sistema;
- Determinação das prioridades por importância e grau de incerteza;
- Determinação da estruturação lógica dos cenários;
- Descrição dos cenários.

Ressalta-se que nesse método os "modelos mentais", isto é, valores, preocupações, incertezas e visão de mundo, dos tomadores de decisão e das pessoas responsáveis pela construção dos cenários devem ser considerados.

Na primeira etapa, identifica(m)-se a(s) questão(ões) ou motivo(s) principal(is) do estudo. O objetivo principal dessa etapa é dar um norte de abrangência e intensidade ao estudo. No próximo passo, as variáveis-chave exógenas e endógenas ao ambiente são determinadas. Essas forças são de característica política, social, econômica, tecnológica e ambiental e são formuladas a partir da questão principal. Um estudo do comportamento histórico dessas forças e suas possíveis ligações e inter-relacionamentos completa essa etapa do método. Os exercícios, que objetivam agrupar, de forma aleatória, as forças motrizes, podem fazer com que se descubram novos inter-relacionamentos.

Uma vez determinadas as forças do ambiente macro (motrizes) e seus possíveis inter-relacionamentos, é necessário observar quais desses fatores podem ser considerados predeterminados¹ e separá-los daqueles que são de incerteza crítica. Após a identificação dos fatores de incerteza crítica, inicia-se a estruturação do escopo dos cenários. Nessa etapa faz-se uma análise do comportamento dos fatores de incerteza, posicionando-os ao longo de eixos em que serão construídos os cenários. Várias possibilidades de eixos devem ser testadas e analisadas, até que se definam os eixos mais impactantes. O objetivo dessa análise e definição dos eixos mais importantes é considerar somente os cenários cujas diferenças sejam importantes para os decisores estratégicos.

A figura 2, a seguir, mostra um exemplo da estruturação de cenários na forma de eixos. Os cenários podem ser contextualizados através de um enredo comum e narrados como uma história de início, meio e fim. Essa forma de narrativa auxilia na compreensão de informações de considerável grau de complexidade.

Questão Principal – *Bug do Milênio*

População informada

¹ São fatores cuja ocorrência é dada como certa, independentemente do cenário ou do comportamento de outros eventos.



Fonte: Grumbach e Marcial (2002).

Nota: Os nomes atribuídos pelos autores aos cenários na figura acima são respectivamente: Cenário A (Cotidiano), Cenário B (Apocalipse), Cenário C (Shangri-lá) e Cenário D (Nostradamus).

Figura 2 - Eixos da Estruturação do Escopo dos Cenários

Uma vez determinado o escopo dos cenários, a próxima etapa é o detalhamento de cada cenário considerado. Esse detalhamento, em forma de narração, é feito utilizando o restante dos fatores identificados na análise do ambiente próximo e do ambiente macro. Cada variável relacionada deve ser considerada em cada cenário e o comportamento de cada fator deve levar em conta o esboço e a estruturação lógica de cada cenário.

3.2 Cenários de Referência

A construção dos *Cenários Setoriais de Educação Profissional e Serviços Técnicos e Tecnológicos* para o setor de automação industrial teve como base os *Cenários SENAI de Educação Profissional e Serviços Técnicos e Tecnológicos*². O horizonte temporal dos cenários de referência foi de 15 anos (2010-2024), enquanto que para os cenários setoriais foi de 10 anos (2010-2019). Os eixos lógicos dos cenários são apresentados a seguir (figura 3)

² Para maiores informações consultar: *Cenários de educação profissional e de serviços técnicos e tecnológicos no Brasil 2010 a 2024*. Brasília. SENAI - DN, 2010.

Questão Principal – A situação da formação profissional e da oferta de serviços técnicos e tecnológicos em 2024



Figura 3 - Eixos da Estruturação do Escopo dos Cenários SENAI de Educação Profissional e Serviços Técnicos e Tecnológicos

3.3 Identificação do Comportamento das Variáveis-Chave

A partir dos cenários de referência foram estabelecidos os seguintes blocos temáticos para composição dos cenários setoriais: *Mercado, Tecnologia e Organização da produção, Ocupação e Educação Profissional*.

3.3.1 Bloco Mercado

Os comportamentos das variáveis do bloco mercado foram estabelecidos por meio da ferramenta de *análise morfológica*, tendo como contextos os cenários de referência. Participaram da análise os especialistas do Grupo Executor. Foram considerados os seguintes grupos de variáveis:

- ***Dinamismo tecnológico do setor*** contendo as seguintes variáveis: geração de patentes pelas empresas nacionais; geração de inovações pelas empresas nacionais, alinhamento das linhas de pesquisa das ICTs (universidades) com as empresas do setor; realização de desenvolvimento tecnológico (P&D) nas empresas nacionais; investimentos em PD&I para o setor de automação industrial.
- ***Dinamismo tecnológico e investimento dos principais usuários*** contendo as seguintes variáveis: demanda de novos produtos e processos pelas indústrias usuárias, investimentos em PD&I em setores usuários de automação industrial; investimentos na modernização de plantas já existentes que não possuem sistemas de controle; investimentos em novas plantas/ampliações.
- ***Fornecedores das empresas de automação*** contendo as seguintes variáveis: quantidade de fornecedores (internos e externos); oferecimento de serviços de assistência técnica e tecnológica por parte dos fornecedores; Indústria nacional de softwares (aplicativos/soluções); indústria nacional de componentes; poder de negociação; grau de dependência de insumos importados.

- **Estratégias de comercialização** contendo as seguintes variáveis: parque industrial nacional (empresas nacionais) com capacidade para desenvolvimento de soluções para o segmento de automação; parque industrial nacional (empresas nacionais) com capacidade para desenvolvimento de produtos para o segmento de automação; oferta de produtos de maior valor agregado pelas empresas internacionais; Valor agregado nos produtos de automação industrial; oferta de produtos de maior valor agregado pelas empresas nacionais; foco das empresas nacionais no mercado de soluções de pequeno porte ou nichos de mercado; oferta de serviços pré e pós-venda pelas empresas de automação industrial; parcerias estratégicas entre empresas do setor de automação industrial para soluções integradas; construção de dispositivos simples e baratos.
- **Mercado externo e interno** contendo índices de importações, tamanho e diversidade do mercado doméstico; índices de exportações; grau de inserção dos produtos nacionais de automação industrial; ações de incentivo ao comércio exterior; políticas governamentais para incentivar a exportação de empresas de tecnologias nacionais (aplicativos); balança comercial do setor de automação industrial; consumo aparente do segmento de equipamentos de automação industrial.
- **Políticas governamentais de apoio ao setor** contendo políticas para criação e fortalecimento de infra-estrutura de PD&I voltada à automação industrial, concebidos com a participação das empresas do setor; políticas de fomento ao investimento das empresas internacionais do setor em atividades de PD&I e de fabricação no país; políticas de fomento à consolidação de empresas de capital nacional no sentido de acelerar o seu crescimento e aumentar o portfólio de produtos e serviços ofertados; aquisição de empresas de tecnologia nacional por empresas internacionais; concorrência.
- **Políticas governamentais de apoio e investimento aos setores industriais** contendo políticas de apoio aos setores nacionais de bioetanol, siderurgia, mineração, celulose e gás e petróleo; uso do poder de compra do Estado no apoio às empresas usuárias de automação industrial; competitividade da indústria, em particular da indústria de bens de capital e bens de consumo; investimento em áreas estratégicas, incluindo as tecnologias eletrônicas, especialmente quanto aos aspectos relativos à microeletrônica; adensamento da cadeia produtiva de software e serviços de TIC; políticas governamentais relacionadas à infraestrutura e logística.

3.3.2 Bloco Tecnologia e Organização

As variáveis do bloco tecnologia e organização tiveram seus comportamentos estabelecidos por meio de *análise morfológica e pesquisa delphi*. A pesquisa contou com 17 especialistas oriundos do setor produtivo (engenheiros, diretores e consultores) e acadêmico. Os questionários para a prospecção tecnológica e organizacional foram estruturados, respectivamente, com 37 Tecnologias Emergentes Específicas e 19 tendências organizacionais em dois contextos antagônicos (o mais otimista e o mais pessimista).

Os contextos, com variáveis que compõem os cenários prospectivos, serviram de base para as respostas dos especialistas. Após análise das respostas da prospecção tecnológica, foram selecionadas e aprovadas pelo Grupo Executor 25 Tecnologias Emergentes Específicas considerando o contexto mais otimista e 6 para o mais pessimista. Os critérios utilizados para a seleção foram o grau de difusão de pelo menos 50% no período 2014-2019, grau de conhecimento dos especialistas do Painel e a percepção do Grupo Executor sobre a importância da tecnologia para o setor e sua potencialidade de difusão. A difusão das tecnologias considerando os contextos intermediários foi discutida e debatida pelos especialistas internos (SENAI) do Grupo Executor (GE).

Em relação à prospecção organizacional, foram selecionadas e aprovadas pelo Grupo Executor 9 tendências organizacionais considerando o contexto mais otimista e 4 tendências para o mais pessimista. Os critérios utilizados para a seleção foram as chances de ocorrência nos próximos 10 anos (alta e média-alta), o grau de conhecimento dos especialistas e a percepção do Grupo Executor. As tendências organizacionais para os contextos intermediários, também foram selecionadas pelos especialistas internos do GE. Os questionários aplicados encontram-se no anexo deste documento.

3.3.3 Bloco Ocupação

As variáveis do bloco ocupação foram divididas em dois grupos. Um de caráter quantitativo e outro de caráter qualitativo. As informações qualitativas relacionam-se às possíveis mudanças nos perfis de determinadas ocupações causadas pela difusão das tecnologias emergentes específicas e a ocorrência das tendências organizacionais.

Para esse estudo, foram considerados os conceitos estabelecidos pelo SENAI³ e por Tejada (*apud* Lazzarotto, 2001), o qual considera que “competência refere-se a funções, tarefas e atuação de um profissional, para desenvolver, adequada e idoneamente, suas funções de trabalho, que é resultado e objeto de um processo de capacitação e qualificação”. Os atributos considerados foram: *Conhecimentos*⁴, *Habilidades*⁵ e *Atitudes*⁶.

³ SENAI/DN. **Glossário das metodologias para desenvolvimento e avaliação de competências:** formação e certificação profissional. Brasília, 2004.

⁴ Neste estudo, considerou-se o conhecimento explícito, que é definido por Nonaka & Takeuchi (1997) como sendo “o conhecimento transmitido por vias formais e sistemáticas, facilmente codificado por fórmulas, símbolos, normas e especificações. São facilmente difundidos pelos sistemas atuais de comunicação”.

⁵ O conceito de habilidade está relacionado com a forma de execução de tarefas, com a aplicação de conhecimentos e com a maneira de agir, de pensar (LAZZAROTTO, 2001).

Esse entendimento permitirá identificar uma série de possíveis novas competências relacionadas a determinados grupos ocupacionais.

As informações quantitativas relacionam-se às projeções de demanda por formação profissional (inicial e continuada), as quais têm com base o Mapa do Trabalho Industrial⁷. Na construção das projeções utilizou-se o método Insumo-produto interregional, onde é possível calcular o nível de emprego a partir do comportamento da economia (crescimento da demanda macro e dos setores industriais). Cabe destacar que a demanda por formação inicial é construída a partir das projeções de novos empregos na economia, enquanto a demanda por formação continuada, baseada no estoque futuro de trabalhadores. Diante disso, pode-se considerar que a demanda por formação continuada é uma demanda potencial, visto que uma parcela dos profissionais, já atuante no mercado, poderá demandar formação continuada (aperfeiçoamento) caso haja difusão de novas tecnologias ou mudanças na organização de setores industriais.

3.3.4 Gaps Educacionais

Os *gaps* educacionais foram identificados por meio de consulta a especialistas do setor de automação industrial. Foram mapeados os conhecimentos necessários de matemática que um egresso da 8ª série do ensino fundamental e da 3ª série do ensino médio deveriam possuir como pré-requisitos para que tivesse condições de realizar cursos para as seguintes ocupações: *Técnico de nível médio em automação industrial e Tecnólogo em automação industrial*.

A análise mostra a relação entre os conhecimentos necessários para realizar o curso técnico de nível médio em automação industrial e o conhecimento que a média dos egressos da 8ª série do ensino fundamental possuía em 2009⁸. Com isso, foi possível verificar a distância entre aquilo que eles deveriam saber e o que de fato sabem ao ingressar no curso especificado.

Para um melhor entendimento das variáveis consideradas na análise dos *gaps* educacionais, deve-se considerar a tabela anexa a este documento. Na primeira coluna estão descritos os conhecimentos e habilidades que devem ser desenvolvidos ao longo de cada ciclo, que são avaliados nos testes do SAEB e da Prova Brasil. Na segunda e terceira colunas estão indicados os intervalos de proficiência em matemática e a série em que aqueles conhecimentos deveriam ter sido adquiridos. Na quarta coluna estão assinalados os pré-requisitos necessários para a realização do curso técnico em automação industrial. Na quinta e sexta colunas encontram-se a indicação se há ou não “gap educacional” em relação aos pré-requisitos necessários à realização do referido curso em 2009 e em 2019 respectivamente.

⁶ O conceito de atitudes está relacionado ao posicionamento prévio e estabelecido de uma pessoa, na forma comportamental de reação e atuação frente a um produto, organização, pessoa, fato ou situação. Normalmente não são alteradas com o passar do tempo.

⁷ O Mapa tem como objetivo realizar projeções de emprego para os próximos 5 anos e a partir dessas informações estima-se a demanda por Formação Inicial (níveis de qualificação básica e técnica, técnico de nível médio e superior) e a Demanda por formação continuada (aperfeiçoamento e pós-técnico)

⁸ Para tanto, basta acessar o Mapa Educacional no endereço: <www.senai.br/prospectase>.

Assim, onde se lê “sim”, significa que a média dos egressos da 8ª série no Brasil, cuja média de proficiência em matemática foi de 249 em 2009, não possui o conhecimento indicado como pré-requisito e, por isso, apresenta um “gap educacional”. Em 2019, considerou-se a meta do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) do Ministério da Educação, que adotou como parâmetro os estudos realizados pela organização “Todos pela Educação”, que estabelece que aproximadamente 62% dos egressos da 8ª série do ensino fundamental terão média de proficiência igual ou superior a 300.

4 DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS

Os cenários setoriais foram estruturados em dois grandes contextos, iniciando-se com aqueles os de caráter geral que objetivam oferecer uma base analítica geral para compreensão dos contextos específicos – educação profissional e serviços técnicos e tecnológicos para o setor de automação industrial. O contexto geral apresenta variáveis macroeconômicas, tecnológicas, de emprego e educacionais e como já comentado serviram de base para a análise morfológica e a pesquisa *delphi*. Em seguida, os cenários trazem o contexto específico, isto é, apresenta as variáveis relacionadas ao setor de automação industrial. Ressalta-se, ainda, que os cenários apresentaram como **variáveis pré-determinadas**: os fatores condicionantes à difusão das tecnologias emergentes específicas. Durante o processo de construção dos cenários os especialistas consultados consideraram que apesar de muitas dessas tecnologias necessitarem de modificações no ambiente organizacional interno da empresas os principais fatores que irão potencializar suas taxas de difusão são:

- As *vantagens relativas*⁹ quando comparadas as tecnologias tradicionais.
- Disponibilidade de mão-de-obra qualificada para utilização desta tecnologia.
- A existência de um grande número de fornecedores (internos e externos).

4.1 O Mundo é Automatizado

A intensificação das políticas de apoio aos setores nacionais de bioetanol, siderurgia, mineração, celulose e gás e petróleo e os investimento em áreas estratégicas - incluindo as tecnologias eletrônicas, especialmente quanto aos aspectos relativos à microeletrônica - irão favorecer o **setor de automação industrial** brasileiro uma vez que esses setores são grandes usuários de sistemas de automação.

Além do mais, aumentarão os investimentos em novas plantas, ou em ampliações daquelas existentes e os investimentos na modernização de plantas que não possuem sistemas de controle. Isso fará com que o consumo aparente do segmento de equipamentos de automação industrial aumente de forma considerável. Soma-se a esses movimentos o estabelecimento de políticas de fomento à consolidação de empresas de automação de capital nacional no sentido de acelerar o crescimento e aumentar o portfólio de produtos e serviços ofertados.

Com isso o tamanho e a diversidade do mercado doméstico de oferta de sistemas de automação aumentarão fortemente. A concorrência, em número de empresas, se manterá inalterada devido, principalmente, ao crescimento de outros mercados de consumo (externos) e a aquisição de empresas de tecnologia nacional por empresas internacionais. Porém, aumentará a concorrência com produtos asiáticos oriundos das importações.

⁹ Está relacionada à forma com que a nova tecnologia é percebida em relação àquela que será, potencialmente, substituída. Este atributo pode ser mensurado em função da rentabilidade econômica, prestígio social, baixo custo inicial, dentre outras variáveis.

A conjunção dos fatores econômicos e produtivos permitirá que o parque industrial nacional, com capacidade para desenvolvimento de **soluções** para o segmento de automação, experimente um forte crescimento, sendo seguido pelo crescimento das empresas que oferecem desenvolvimento de **produtos**. O *boom* econômico e o crescimento do segmento de automação impactarão, também, os índices de exportação e importação de equipamentos de automação, fazendo com que esses aumentem apesar da balança comercial se manter com índices negativos. Ressalta-se que o crescimento dos índices de exportação será auxiliado pelo aumento, de forma mais intensa, de políticas governamentais de incentivo para empresas de tecnologias nacionais (aplicativos).

O crescimento das exportações associado ao maior valor agregado aumentará o grau de inserção dos produtos nacionais de automação no mercado externo, o que será mais uma fonte de pressão, além da pressão interna, para a adoção de normas ambientais e industriais de segurança e sistemas de certificação de qualidade pela maioria das empresas do setor de automação, principalmente pequenas e micro. A internacionalização do produto nacional impulsionará, também, a adoção intensiva de Normas Regulamentadoras (NBRs) pelas PMEs do setor, gerando o crescimento de empresas especializadas em normalização e padronização de projetos.

Nesse cenário, quantidade de fornecedores (internos e externos) para as empresas de automação aumentará. De forma mais específica, a indústria nacional de *softwares* (aplicativos e soluções) e serviços de TICs sofrerão um forte crescimento com o adensamento de sua cadeia produtiva. A indústria de componentes também experimentará um crescimento só que menor que a de softwares. Será observado o aumento da importância do papel das integradoras, fornecedoras de serviços de engenharia, em detrimento ao papel de fabricantes de hardware.

O crescimento da concorrência no fornecimento de matérias primas fará com que haja um forte aumento na oferta de serviços de assistência técnica e tecnológica por parte dessas empresas, com a conseqüente diminuição do poder de negociação das mesmas. Apesar do crescimento, ainda não será possível suprir grande parte das necessidades de produção com fornecedores locais. A necessidade de atender a demanda produtiva e a inexistência de entraves à importação de insumos aumentará o grau de dependência das empresas instaladas no Brasil, de produtos importados.

O crescimento econômico brasileiro, e mais especificamente o do setor de automação industrial, farão com que haja um considerável aumento quantitativo da demanda por formação profissional (continuada e inicial). Neste cenário a demanda por formação profissional das famílias ocupacionais relacionadas com o setor de automação industrial - ocupações que atuam direta ou indiretamente com as tecnologias de automação - será elevada, destacando-se os técnicos em eletrônica e eletroeletrônica, engenheiros eletricitas, eletrônicos e afins e Operadores e supervisores de processos das indústrias de transformação de produtos químicos, petroquímicos e afins¹⁰

A incorporação de tecnologias produtivas mais avançadas e os avanços no campo gerencial, evidenciados, por exemplo, pela adoção intensiva de sistemas PLM (*Product Lifecycle Management*), pelas empresas usuárias de automação industrial farão com que se aumente a oferta de produtos de automação com maior valor agregado pelas empresas nacionais, e de forma mais intensa pelas empresas internacionais. Neste

¹⁰ A lista completa das projeções de demanda por formação profissional neste cenário encontra-se no anexo deste documento.

cenário de fortes índices de modernização, várias tecnologias de automação alcançarão elevadas taxas de difusão - compra e utilização por usuários potenciais - nos próximos 5 e 10 anos, conforme quadro a seguir.

A elevada difusão dessas tecnologias demandará fortemente os seguintes serviços técnicos e tecnológicos: *Serviços Operacionais, Assessoria e Consultoria em Processo Produtivo, Elaboração e Disseminação de informações, Eventos Técnicos, Desenvolvimento experimental e Pesquisa aplicada*¹¹.

| Tecnologias Emergentes Específicas¹² | 2010-2014 | 2014-2019 |
|--|------------------|------------------|
| Redes Ethernet | 70% | |
| Redes Industriais de Periferia distribuída | 50% | 70% |
| Sistemas de Telemetria | 50% | 70% |
| Sistemas de Supervisão SCADA (<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>) | 50% | 70% |
| Redes sem fio | 30% | 70% |
| Sistemas EDDL/FDT-DTM/FDI para criação de linguagem de conversão | 30% | 70% |
| Sistemas de automação baseado em PC | 30% | 70% |
| Sistema de Rastreabilidade RFID (<i>Radio-Frequency Identification</i>) | 30% | 70% |
| Comunicação Industrial baseada em TI | 30% | 70% |
| Programas de segurança operacional (<i>safety machine</i>) | 30% | 50% |
| Tecnologias Emergentes Específicas | 2010-2014 | 2014-2019 |
| Sistemas de Gerenciamento de Informação da Produção (<i>Plant Information Management System - PIMS</i>). | 30% | 50% |
| Sistemas de Gerenciamento de Ativos (<i>Asset Management System - AMS</i>) | 30% | 50% |
| Gerenciamento Computadorizado da Manutenção (<i>Computerized Maintenance Management System - CMMS</i>) | 30% | 50% |
| Ferramentas de Controle Estatístico de Processo integrado a equipamentos | 30% | 50% |
| Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (SIGE) ou ERP (<i>Enterprise Resource Planning</i>) | 30% | 50% |
| Sistemas de Execução da Produção (<i>Manufacturing Execution System - MES</i>) | 30% | 50% |
| Sistema TPM (Manutenção Produtiva Total) | 30% | 50% |
| <i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA/FMECA). | 30% | 50% |
| Sistemas DCS | 30% | 50% |

¹¹ Ver definições no anexo desse documento

¹² São tecnologias que se encontram em fase de desenvolvimento, ou pré-comercial ou que possuam um baixo grau de difusão (uso) no mercado nacional. São tecnologias de produtos, processos e sistemas de suporte desenvolvidas para o uso específico em um determinado segmento.

| | | |
|--|-----|-----|
| Controles Híbridos (CLP + SDCD) | 30% | 50% |
| Sistema de Gerenciamento de Alarmes | 30% | 50% |
| Simuladores de processos | 30% | 50% |
| Dispositivo FPGA (<i>Field Programmable Gate Array</i>) para processamento de informações digitais | 30% | 50% |
| Robôs de montagem | 30% | 50% |
| Robôs de soldagem | 30% | 50% |

O crescimento do mercado interno possibilitará que um grande número de empresas brasileiras de automação utilize como estratégia competitiva o foco no mercado de soluções de pequeno porte ou nichos de mercado, além de ofertar, cada vez mais, serviços de pré e pós-venda. Ainda no quesito estratégia, será observado o aumento das parcerias estratégicas entre empresas para oferecimento de soluções integradas e o crescimento das alianças entre as empresas nacionais e estrangeiras do setor de automação industrial.

Apesar do aumento da complexidade tecnológica de produtos e equipamentos, o aquecimento da demanda interna e externa fará com que pequenas e micro empresas, que até então não eram usuárias de sistemas de automação, comecem a utilizá-los, de forma intensa, como forma de aumentar a produtividade. Isso fará com que cresça a construção de dispositivos simples e baratos.

Neste cenário as políticas para criação e fortalecimento de infra-estrutura de PD&I voltada à automação industrial, concebidos com a participação das empresas nacionais do setor, não sofrerão nenhum tipo de crescimento. Porém, serão estabelecidas de políticas de fomento ao investimento das empresas internacionais do setor em atividades de PD&I e de fabricação no país. Essas políticas, aliadas à intensa demanda de novos produtos e processos pelas empresas usuárias (investimentos em PD&I crescentes), exigirão um maior alinhamento das linhas de pesquisa das ICTs (universidades) com as empresas do setor, além do aumento na realização de PD&I nas empresas nacionais. Essas ações farão com que aumente, de forma mais intensa, o desenvolvimento de inovações pelas empresas nacionais, o que será acompanhada pelo crescimento da produção de patentes por essas mesmas empresas nacionais.

Para atender ao crescimento de demanda e suportar o desenvolvimento de produtos de maior complexidade tecnológica, o número de técnicos e tecnólogos aumentará muito, assim com as redes de formação profissional para o setor e os cursos de educação continuada. Mesmo havendo uma demanda potencial por mão de obra qualificada, a estabilidade econômica e da concorrência diminuirão a necessidade de que as empresas nacionais adotem ações para a retenção de talentos em território nacional.

A difusão de um grande número de tecnologias complexas impactará fortemente os perfis profissionais relacionados, tornando-os mais complexos e abrangentes. De forma geral, em relação aos *tecnólogos e engenheiros em automação industrial e tecnólogo em mecatrônica* será observado o aumento de importância, principalmente, de atividades relacionadas às questões de gestão, coordenação e programação e análise de sistemas. No tocante aos conhecimentos, esses profissionais deverão conhecer sobre funcionalidade e projeto de sistemas, elaboração de documentos técnicos e gestão da manutenção. As habilidades e atitudes que serão mais requeridas serão: pró-atividade, capacidade de adequação às mudanças, capacidade de trabalhar em equipes e liderança.

As principais atividades para técnicos em automação industrial e mecatrônica, serão: utilização de tecnologia de rede sem fio e ethernet, aplicar o sistema TPM no planejamento da manutenção e utilizar tecnologia RFID em sistema de automação industrial. Em consequência destas atividades os principais conhecimentos para esses profissionais serão redes sem fio e ethernet. As habilidades e atitudes que se destacarão serão a capacidade de trabalhar com equipes multifuncionais, de adequação às mudanças e preocupações com as questões ambientais, de qualidade e de eficiência energética¹³.

¹³ A relação completa das atividades, conhecimentos, habilidades e atitudes de tecnólogos, técnicos e engenheiros se encontra no anexo deste documento.

4.2 A Luta pela Automação

O estabelecimento de políticas de apoio aos setores nacionais de bioetanol, siderurgia, mineração, celulose e gás e petróleo e os investimento em áreas estratégicas - incluindo as tecnologias eletrônicas, especialmente quanto aos aspectos relativos à microeletrônica - irão favorecer o **setor de automação industrial** brasileiro uma vez que esses setores são grandes usuários de sistemas de automação.

Além do mais, os investimentos em novas plantas, ou em ampliações daquelas existentes irão crescer. Porém, os investimentos na modernização de plantas que não possuem sistemas de controle terão um aumento moderado. Isso fará com que o consumo aparente do segmento de equipamentos de automação industrial aumente moderadamente. Soma-se a esses movimentos o estabelecimento de políticas de fomento à consolidação de empresas de automação de capital nacional no sentido de acelerar o crescimento e aumentar o portfólio de produtos e serviços ofertados.

Com isso, ocorre um aumento do tamanho e da diversidade do mercado doméstico de oferta de sistemas de automação. Contudo, a concorrência, principalmente de produtos asiáticos de melhor qualidade, aumentará muito devido à retração de outros mercados de consumo (externos). Essa retração externa fará, também, com que a aquisição de empresas de tecnologia nacional por empresas internacionais diminua.

A conjunção dos fatores econômicos e produtivos permitirá que o parque industrial nacional com capacidade para desenvolvimento de **soluções** para o segmento de automação experimente crescimento, porém as dificuldades de transferência de tecnologias causadas pela crise externa manterão estável o número de empresas que oferecem desenvolvimento de produtos.

O crescimento econômico interno e o foco das empresas neste mercado impactarão negativamente os índices de exportação e positivamente os de importação de equipamentos de automação fazendo com que a balança comercial se mantenha com índices negativos. A retração da economia mundial e a manutenção das políticas governamentais de incentivo a exportação para empresas de tecnologias nacionais (aplicativos) diminuirão o grau de inserção dos produtos nacionais de automação. A pressão do mercado interno fará com que ocorra a adoção moderada de normas ambientais e industriais de segurança e sistemas de certificação de qualidade pelas empresas do setor de automação, principalmente pequenas e micro. Neste contexto haverá adoção, também moderada, de Normas Regulamentadoras (NBRs) pelas PMEs do setor, gerando um pequeno crescimento de empresas especializadas em normalização e padronização de projetos.

Em 2019 a quantidade de fornecedores (internos e externos) para as empresas de automação aumentará mais especificamente os de *softwares* (aplicativos e soluções). Os serviços de TICs também crescerão acompanhados pelo adensamento de sua cadeia produtiva. Contudo, a indústria nacional de componentes não experimentará nenhum crescimento. Será observado um aumento relativo da importância do papel das integradoras, fornecedoras de serviços de engenharia, em detrimento ao papel de fabricantes de hardware.

O crescimento da concorrência no fornecimento de matérias primas fará com que haja um forte aumento na oferta de serviços de assistência técnica e tecnológica por parte dessas

empresas, com a conseqüente diminuição do poder de negociação das mesmas. Apesar do crescimento, ainda não será possível suprir grande parte das necessidades de produção com fornecedores locais. A necessidade de atender a demanda produtiva e a inexistência de entraves á importação de insumos aumentará o grau de dependência das empresas instaladas no Brasil, de produtos importados.

O crescimento econômico brasileiro e do setor de automação industrial, farão com que haja aumento da demanda quantitativa por formação profissional (continuada e inicial). Neste cenário a demanda por formação profissional das famílias ocupacionais relacionadas com o setor de automação industrial - ocupações que atuam direta ou indiretamente com as tecnologias de automação - será moderada, destacando-se os técnicos em eletrônica e eletroeletrônica, engenheiros eletricitistas, eletrônicos e afins e Operadores e supervisores de processos das indústrias de transformação de produtos químicos, petroquímicos e afins¹⁴.

A modernização tecnológica e os avanços no campo gerencial, evidenciados, por exemplo, pela adoção moderada de sistemas PLM (*Product Lifecycle Management*), pelas empresas usuárias de automação industrial, associado ao baixo crescimento da economia externa, fará com que a oferta de produtos de automação com maior valor agregado pelas empresas internacionais aumente, inibindo essa oferta pelas empresas nacionais. Neste cenário de moderados índices de modernização, algumas tecnologias de automação alcançarão elevadas taxas de difusão - compra e utilização por usuários potenciais - nos próximos 5 e 10 anos, conforme quadro a seguir.

A difusão dessas tecnologias demandará moderadamente os seguintes serviços técnicos e tecnológicos: *Serviços Operacionais, Assessoria e Consultoria em Processo Produtivo, Elaboração e Disseminação de informações, Eventos Técnicos, Desenvolvimento experimental e Pesquisa aplicada*¹⁵.

¹⁴ A lista completa das projeções de demanda por formação profissional neste cenário encontra-se no anexo deste documento.

¹⁵ Ver definições no anexo desse documento

| Tecnologias Emergentes Específicas | 2010-2014 | 2015-2019 |
|--|------------------|------------------|
| Redes Ethernet | 50% | 70% |
| Redes Industriais de Periferia distribuída | 50% | 70% |
| Sistemas de Supervisão SCADA (<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>) | 50% | 70% |
| Sistemas de Telemetria | 30% | 70% |
| Sistemas de automação baseado em PC | 30% | 70% |
| Redes sem fio | 30% | 50% |
| Comunicação Industrial baseada em TI | 30% | 50% |
| Programas de segurança operacional (<i>safety machine</i>) | 30% | 50% |
| Sistema TPM (Manutenção Produtiva Total) | 30% | 50% |
| <i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA/FMECA). | 30% | 50% |
| Sistemas DCS | 30% | 50% |
| Controles Híbridos (CLP + SDCD) | 30% | 50% |
| Sistemas EDDL/FDT-DTM/FDI para criação de linguagem de conversão | 30% | 50% |
| Sistema de Rastreabilidade RFID (<i>Radio-Frequency Identification</i>) | 30% | 50% |
| Simuladores | 30% | 50% |
| Dispositivo FPGA (<i>Field Programmable Gate Array</i>) para processamento de informações digitais | 30% | 50% |

O crescimento do mercado interno possibilitará que uma parte das empresas brasileiras de automação utilize como estratégia competitiva o foco no mercado de soluções de pequeno porte ou nichos de mercado, além de ofertar, cada vez mais, serviços de pré e pós-venda. Ainda no quesito estratégia, será observado um forte aumento das parcerias estratégicas entre empresas para oferecimento de soluções integradas e o crescimento moderado das alianças entre as empresas nacionais e estrangeiras do setor de automação industrial.

O aquecimento da demanda interna fará com que pequenas e micro empresas, que até então não eram usuárias de sistemas de automação, comecem a utilizá-los como forma de aumentar a produtividade. Isso fará com que cresça a construção de dispositivos simples e baratos.

Neste cenário as políticas para criação e fortalecimento de infra-estrutura de PD&I voltada à automação industrial, concebidos com a participação das empresas nacionais do setor, não sofrerão nenhum tipo de crescimento. Porém, serão estabelecidas de políticas de fomento ao investimento das empresas internacionais do setor em atividades de PD&I e de fabricação no país, com o objetivo de diminuir o impacto dos problemas de transferência de tecnologias entre países desenvolvidos e emergentes.

Essas políticas, aliadas a uma moderada demanda de novos produtos e processos pelas empresas usuárias, exigirão um maior alinhamento das linhas de pesquisa das ICTs (universidades) com as empresas do setor, além do, também moderado, aumento na

realização de PD&I nas empresas nacionais. Como consequência haverá um aumento do desenvolvimento de inovações incrementais pelas empresas nacionais, o que será acompanhada pelo crescimento da produção de patentes por essas mesmas empresas.

Para atender ao crescimento de demanda e suportar o desenvolvimento de produtos de maior valor agregado, o número de técnicos e tecnólogos aumentará, assim com as redes de formação profissional para o setor e os cursos de educação continuada. O aumento da concorrência e o interesse das empresas estrangeiras pelo mercado brasileiro farão com que as empresas nacionais adotem ações para a retenção de talentos.

A difusão moderada de tecnologias complexas impactará os perfis profissionais relacionados, tornando-os complexos e mais abrangentes. De forma geral, em relação aos *tecnólogos e engenheiros em automação industrial e tecnólogo em mecatrônica* será observado o aumento de importância, principalmente, de atividades relacionadas às questões de gestão, coordenação e programação análise e integração de sistemas. No tocante aos conhecimentos, esses profissionais deverão conhecer sobre funcionalidade e projeto de sistemas, conceitos de automação vertical e horizontal, elaboração de documentos técnicos e gestão da manutenção. As habilidades e atitudes que serão mais requeridas serão: pró-atividade, capacidade de adequação às mudanças, capacidade de trabalhar em equipes e liderança.

As principais atividades para técnicos em automação industrial e mecatrônica, serão: utilização de tecnologia de rede sem fio e ethernet, aplicar o sistema TPM no planejamento da manutenção e utilizar tecnologia RFID em sistema de automação industrial. Em consequência destas atividades os principais conhecimentos para esses profissionais serão redes sem fio e ethernet. As habilidades e atitudes que se destacarão serão a capacidade de trabalhar com equipes multifuncionais, de adequação às mudanças e preocupações com as questões ambientais, de qualidade e de eficiência energética¹⁶.

4.3 A Automação Resiste

O estabelecimento moderado de políticas de apoio aos setores nacionais de bioetanol, siderurgia, mineração e gás e petróleo e a falta de investimento em áreas estratégicas – incluindo as tecnologias eletrônicas, especialmente quanto aos aspectos relativos à microeletrônica – irão impactar negativamente o **setor de automação industrial** brasileiro uma vez que esses setores são grandes usuários de sistemas de automação.

Neste cenário, os investimentos em novas plantas e as ampliações daquelas existentes diminuirão. Porém, os investimentos na modernização de plantas que não possuem sistemas de controle se manterão estáveis. Isso fará com que o consumo aparente do segmento de equipamentos de automação industrial diminua. Soma-se a esses movimentos a inexistência de políticas de fomento à consolidação de empresas de automação de capital nacional para acelerar o crescimento e aumentar o portfólio de produtos e serviços ofertados.

¹⁶ A relação completa das atividades, conhecimentos, habilidades e atitudes de tecnólogos, técnicos e engenheiros se encontra no anexo deste documento.

Com isso, o mercado doméstico de oferta de sistemas de automação, em termos de tamanho e diversidade, ficará estagnado. A retração da demanda interna fará com que a concorrência aumente significativamente, principalmente pelo aumento moderado das importações de produtos asiáticos. Esse ambiente fará com que a aquisição de empresas de tecnologia nacional por empresas internacionais diminua.

A conjunção dos fatores econômicos e produtivos permitirá que o parque industrial nacional com capacidade para desenvolvimento de **soluções** para o segmento de automação experimente um fraco crescimento, porém as dificuldades de transferência de tecnologias causadas pela crise interna diminuirão o número de empresas que oferecem desenvolvimento de **produtos**.

O baixo crescimento econômico interno e a estagnação de políticas governamentais de incentivo a exportação para empresas de tecnologias nacionais (aplicativos) não permitirão o crescimento das exportações de equipamentos de automação, apesar do foco dos setores industriais no mercado externo. Com isso a balança comercial se manterá negativa e o grau de inserção dos produtos nacionais de automação ficará inalterado, fazendo com que a adoção de certificações internacionais pelas médias e pequenas empresas do setor seja baixa.

Em 2019 a quantidade de fornecedores (internos e externos) para as empresas de automação ficará inalterado, mais especificamente os de *softwares* (aplicativos e soluções), uma vez que as empresas usuárias e fornecedoras utilizarão plataformas tecnológicas abertas (*softwares* livres). Os serviços de TICs e o adensamento de sua cadeia produtiva também ficarão estagnados. A indústria nacional de componentes experimentará uma retração em relação ao número de empresas e produtos comercializados. Apesar desse quadro de estagnação/retração do “elo fornecedor” haverá aumento da importância do papel das integradoras, fornecedoras de serviços de engenharia em detrimento ao papel de fabricantes de hardware.

A estagnação da concorrência no fornecimento de matérias primas fará com que haja uma retração na oferta de serviços de assistência técnica e tecnológica por parte dessas empresas, acompanhado de um pequeno aumento do poder de negociação das mesmas. A diminuição de empresas fornecedoras locais fará com que aumente fortemente o grau de dependência das empresas instaladas no Brasil, de produtos importados.

O baixo crescimento econômico brasileiro e a reboque o do setor de automação industrial farão com que haja um crescimento relativo da demanda quantitativa por formação profissional (continuada e inicial). Neste cenário a demanda por formação profissional das famílias ocupacionais relacionadas com o setor de automação industrial - ocupações que atuam direta ou indiretamente com as tecnologias de automação – será baixa destacando-se os técnicos em eletrônica e eletroeletrônica, engenheiros eletrônicos, eletrônicos e afins e Operadores e supervisores de processos das indústrias de transformação de produtos químicos, petroquímicos e afins¹⁷

A baixa demanda de novos produtos e processos pelas empresas usuárias, fruto dos baixos investimentos em PD&I dessas empresas, fará com que a oferta de produtos de automação com maior valor agregado pelas empresas internacionais se mantenha inalterada e a oferta de produtos nacionais diminua. Neste cenário de baixos índices de modernização, poucas tecnologias de automação alcançarão elevadas taxas de difusão -

¹⁷ A lista completa das projeções de demanda por formação profissional neste cenário encontra-se no anexo deste documento.

compra e utilização por usuários potenciais - nos próximos 5 e 10 anos, conforme quadro a seguir.

A difusão dessas tecnologias demandará moderadamente os seguintes serviços técnicos e tecnológicos: *Serviços Operacionais, Assessoria e Consultoria em Processo Produtivo, Elaboração e Disseminação de informações, Eventos Técnicos*¹⁸.

| Tecnologias Emergentes Específicas | 2010-2014 | 2015-2019 |
|--|------------------|------------------|
| Sistemas de Supervisão SCADA (<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>) | 30% | 70% |
| Redes sem fio | 30% | 50% |
| Redes Ethernet | 30% | 50% |
| Redes Industriais de Periferia distribuída | 30% | 50% |
| Sistemas de automação baseado em PC | 30% | 50% |
| Sistemas de Telemetria | 30% | 50% |
| Comunicação Industrial baseada em TI | < 30% | 50% |
| Sistemas DCS | < 30% | 50% |
| Controles Híbridos (CLP + SDCD) para automação de processos | < 30% | 50% |

Além do mais, a concorrência fará com que poucas empresas brasileiras de automação utilizem como estratégia competitiva o foco no mercado de soluções de pequeno porte ou nichos de mercado, além de ofertar serviços de pré e pós venda de forma pontual. As parcerias estratégicas entre empresas para oferecimento de soluções integradas permanecerão inalteradas. A necessidade de se ter estratégias mais conservadoras fará com que as empresas, independente dos portes, utilizem, de forma intensa, dispositivos simples e baratos.

Neste cenário as políticas para criação e fortalecimento de infra-estrutura de inovação voltada à automação industrial e de fomento ao investimento das empresas internacionais do setor em atividades de pesquisa e desenvolvimento e de fabricação no país, ficarão relegadas a 2º plano. De forma geral os investimentos privados em P&D para o setor de automação cairão de forma considerável.

A falta de políticas sólidas de incentivo ao setor, aliadas a baixa demanda de novos produtos e processos pelas empresas usuárias, não incentivará ações de alinhamentos das linhas de pesquisa das ICTs (universidades) com as empresas do setor, diminuindo, dessa forma, a realização de PD&I nas empresas nacionais. A partir daí a produção de patentes por essas mesmas empresas nacionais ficará estagnada.

Diante desse quadro de incertezas e baixo crescimento setorial, o número de técnicos e tecnólogos ficará inalterado, assim com as redes de formação profissional para o setor e os cursos de educação continuada. A adoção de estratégias defensivas por parte das empresas não permitirá que se adotem políticas para retenção de talentos no setor.

¹⁸ Ver definições no anexo desse documento

Apesar da difusão de poucas tecnologias mais complexas, a crise econômica interna e o crescimento externo impactarão os perfis profissionais relacionados, tornando-os mais focados às necessidades das empresas em aproveitar as poucas oportunidades do mercado interno e o crescimento do mercado externo. De forma geral, em relação aos *tecnólogos e engenheiros em automação industrial e tecnólogo em mecatrônica* será observado o aumento de importância, principalmente, de atividades relacionadas às questões de gestão, coordenação e aplicação de normas técnicas. No tocante aos conhecimentos, esses profissionais deverão conhecer sobre funcionalidade e projeto de sistemas, conceitos de automação vertical e horizontal, elaboração de documentos técnicos e gestão da manutenção. As habilidades e atitudes que serão mais requeridas serão: pró-atividade, capacidade de adequação às mudanças, capacidade de trabalhar em equipes e liderança. As principais atividades para *técnicos em automação industrial e mecatrônica*, serão: utilização de tecnologia de rede sem fio e ethernet, aplicar o sistema TPM no planejamento da manutenção e configurar redes com tecnologia Ethernet aplicadas aos sistemas de automação industrial. Em consequência destas atividades os principais conhecimentos para esses profissionais serão redes sem fio e ethernet. As habilidades e atitudes que se destacarão serão a capacidade de trabalhar com equipes multifuncionais, de adequação às mudanças e preocupações com as questões ambientais, de qualidade e de eficiência energética¹⁹.

¹⁹ A relação completa das atividades, conhecimentos, habilidades e atitudes de tecnólogos, técnicos e engenheiros se encontra no anexo deste documento.

4.4 A Vitória da Mecanização

O baixo crescimento econômico, nacional e internacional e, de forma mais específica, a falta de políticas públicas sistemáticas de apoio aos setores produtivos nacionais irão impactar negativamente o **setor de automação industrial** brasileiro uma vez que os setores usuários de sistemas de automação adotarão políticas conservadoras na busca por maior produtividade e qualidade produtiva. Essa postura será sentida na diminuição brusca de investimentos em novas plantas, ou em ampliações daquelas existentes. Além do mais os investimentos na modernização de plantas que não possuem sistemas de controle serão postergados. Isso fará com que o consumo aparente do segmento de equipamentos de automação industrial diminua fortemente. Soma-se a esses movimentos a ausência de políticas de fomento à consolidação de empresas de automação de capital nacional no sentido de acelerar o crescimento e aumentar o portfólio de produtos e serviços ofertados.

Com isso o tamanho e a diversidade do mercado doméstico de oferta de sistemas de automação diminuirão consideravelmente. A concorrência, em número de empresas, aumentará devido, principalmente, à diminuição de outros mercados de consumo (externos) e a falta de perspectivas para fusões e aquisições entre empresas do setor. Porém, aumentará a concorrência com produtos asiáticos de melhor qualidade.

A conjunção negativa de fatores econômicos e produtivos afetará negativamente o parque industrial nacional no segmento de automação, fazendo com que diminua a capacidade para desenvolvimento de **soluções**, sendo seguido pela redução drástica do desenvolvimento de **produtos**. Os problemas econômicos e, na melhor das hipóteses estagnação do segmento e automação industrial, impactarão, também, os índices de exportação e importação de equipamentos de automação, fazendo com que esses diminuam mantendo o saldo da balança comercial fortemente negativo. Ressalta-se que apesar da manutenção das políticas governamentais de incentivo para empresas de tecnologias nacionais (aplicativos), elas não foram suficientes para elevar ou manter os índices de exportação. A diminuição das exportações associado à produção de produtos de baixo valor agregado diminuirá o grau de inserção dos produtos nacionais de automação.

Devido ao baixo crescimento econômico e a desindustrialização de setores usuário de automação industrial, quantidade de fornecedores (internos e externos) para as empresas de automação diminuirá. De forma mais específica, a indústria nacional de *softwares* (*aplicativos e soluções*) e serviços de TICs sofrerão uma forte redução, assim como a de componentes. No caso dos softwares as empresas usuárias e fornecedoras utilizarão de forma intensa plataformas tecnológicas abertas (*softwares* livres).

A diminuição da concorrência no fornecimento de matérias primas implicará em uma forte diminuição na oferta de serviços de assistência técnica e tecnológica por parte dessas empresas, além de diminuir o poder de negociação das mesmas. Devido ao baixo crescimento mundial e local e a diminuição de fornecedores não será possível suprir as necessidades de produção com fornecedores locais. Essa situação aliada a baixa demanda produtiva levará o governo a adotar entraves à importação de insumos, mantendo inalterado o grau de dependência das empresas instaladas no Brasil, de produtos importados.

O baixíssimo crescimento econômico brasileiro e a reboque o do setor de automação industrial farão com que haja um crescimento quase inexpressivo da demanda quantitativa por formação profissional (continuada e inicial). Neste cenário a demanda por formação profissional das famílias ocupacionais relacionadas com o setor de automação industrial - ocupações que atuam direta ou indiretamente com as tecnologias de automação - será muito baixa, destacando-se os técnicos em eletrônica e eletroeletrônica, engenheiros eletricitas, eletrônicos e afins e Operadores e supervisores de processos das indústrias de transformação de produtos químicos, petroquímicos e afins²⁰

A baixa incorporação de tecnologias produtivas mais avançadas, sob o ponto de vista tecnológico, por alguns setores industriais e a desindustrialização de outros farão com que se diminua fortemente a oferta de produtos de automação com maior valor agregado pelas empresas nacionais, e de forma menos intensa pelas empresas internacionais. Neste cenário de raros projetos de modernização, pouquíssimas tecnologias de automação alcançarão elevadas taxas de difusão - compra e utilização por usuários potenciais - nos próximos 5 e 10 anos, conforme quadro abaixo.

A difusão dessas tecnologias demandará poucos serviços técnicos e tecnológicos, dentre os quais destacam-se: *Serviços Operacionais, Assessoria e Consultoria em Processo Produtivo, Elaboração e Disseminação de informações, Eventos Técnicos*²¹.

| Tecnologias Emergentes Específicas | 2010-2014 | 2014-2019 |
|--|------------------|------------------|
| Redes sem fio | 30% | 50% |
| Redes Ethernet | 30% | 50% |
| Redes Industriais de Periferia distribuída | 30% | 50% |
| Sistemas de Supervisão SCADA (<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>) | 30% | 50% |
| Sistemas de automação baseado em PC (ex: soft PLC) | 30% | 50% |
| Comunicação Industrial baseada em TI | < 30% | 50% |

O baixo crescimento do mercado interno implicará na diminuição da atuação das empresas brasileiras de automação no mercado de soluções de pequeno porte ou nichos de mercado. Com isso haverá uma redução na oferta de serviços de pré e pós venda. Ainda em relação ao posicionamento estratégico das empresas, nesse cenário as parcerias estratégicas entre empresas para oferecimento de soluções integradas ficarão estagnadas.

Neste cenário as políticas governamentais de apoio ao setor serão esquecidas, como por exemplo, políticas para criação e fortalecimento de infra-estrutura de PD&I voltada à automação industrial, concebidos com a participação das empresas nacionais do setor, bem como aquelas voltadas ao fomento ao investimento das empresas internacionais do setor em atividades de PD&I e de fabricação no país.

A falta de políticas de incentivo ao setor e a baixa demanda de novos produtos e processos pelas empresas usuárias, visto que seus investimentos em PD&I serão

²⁰ A lista completa das projeções de demanda por formação profissional encontra-se no anexo deste documento.

²¹ Ver definições no anexo desse documento

decrecentes, resultarão em um distanciamento entre as ICTs (universidades) e as empresas do setor e na forte redução de PD&I nas empresas nacionais.

A queda nas atividades de PD&I acarretará na redução de inovações pelas empresas nacionais, o que será acompanhada pela diminuição da produção de patentes por essas mesmas empresas nacionais. Neste contexto a difusão das novas tecnologias estará condicionada, principalmente, aos fatores qualificação e custos. Com isso, o mercado de dispositivos simples e baratos será mantido.

A queda na demanda de produtos e serviços de automação industrial implicará na redução do número de técnicos e tecnólogos, assim com as redes de formação profissional para o setor. A diminuição no número de profissionais qualificados no mercado fará com que as empresas adotem ações para a retenção de talentos em território nacional.

Apesar baixíssima difusão de tecnologias de maior complexidade, os perfis profissionais serão impactados pelas crises de mercado, tornando-os mais focados às necessidades da “sobrevivência” do setor. De forma geral, em relação aos *tecnólogos e engenheiros em automação industrial e tecnólogo em mecatrônica* será observado o aumento de importância, principalmente, de atividades relacionadas às questões de coordenação de equipes, personalização de soluções e elaboração de documentos técnicos. No tocante aos conhecimentos, esses profissionais deverão conhecer sobre gestão da manutenção, normas regulamentadoras e conceitos de automação (vertical e horizontal). As habilidades e atitudes que serão mais requeridas serão: pró-atividade, criatividade, capacidade de adequação às mudanças, capacidade de trabalhar em equipes e liderança.

A principal atividade para *técnicos em automação industrial e mecatrônica*, será a utilização de tecnologia de rede sem fio e ethernet. Em consequência destas atividades os principais conhecimentos para esses profissionais serão redes sem fio e ethernet. As habilidades e atitudes que se destacarão serão a capacidade de trabalhar com equipes multifuncionais, de adequação às mudanças e capacidade de redigir documentação técnica²².

²² A relação completa das atividades, conhecimentos, habilidades e atitudes de tecnólogos, técnicos e engenheiros se encontra no anexo deste documento.

5 ANÁLISE DA MATRIZ SWOT

Após a confecção dos cenários prospectivos, são identificadas e discutidas as ameaças e oportunidades para o SENAI no que tange à formação profissional para o setor de automação industrial, bem como o oferecimento de serviços técnicos e tecnológicos para as empresas usuárias e potenciais usuárias de sistemas automatizados. Foram também levantadas e discutidas as forças e fraquezas do SENAI na formação profissional e oferta de STT para o setor.

Inicialmente foram levantadas as ameaças e oportunidades considerando cada cenário prospectivo. Em seguida foram selecionadas as cinco ameaças e oportunidades mais importantes e prioritárias. As forças e fraquezas foram identificadas considerando os 4 cenários de forma simultânea e também priorizadas as 5 mais importantes e prementes. Os quadros 1 e 2, a seguir, apresentam as ameaças, oportunidades, forças e fraquezas selecionadas.

Quadro 1 - Ameaças e oportunidades selecionadas

| | |
|----------------------|--|
| Oportunidades | Demanda por perfis profissionais de maior complexidade e diversidade (clara distinção entre técnicos, tecnólogos e engenheiros). |
| | Aumento da realização de PD&I nas empresas nacionais. |
| | Elevada utilização de sistemas de automação pelas pequenas e micro empresas, não usuárias. |
| | Maior demanda por serviços de Certificação de Processos e Produtos e Assistência Técnica e Tecnológica, assessoria e consultoria em processo produtivo pelas empresas. |
| | Busca por cursos mais baratos e de menor duração. |
| Ameaças | Grau de proficiência dos concluintes do ensino médio insuficiente para atender à complexidade tecnológica das empresas. |
| | Perda de pessoal qualificado (docentes/técnicos) para o mercado. |
| | Expansão de escolas técnicas e faculdades de tecnologia públicas. |
| | Oferta de formação profissional será realizada por mecanismos de mercado |
| | Redução da demanda por técnicos e tecnólogos. |

Quadro 2 - Forças e fraquezas selecionadas

| | |
|------------------|--|
| Forças | Nome e confiabilidade na marca SENAI para EP e STT em Automação industrial |
| | Parque tecnológico atualizado para Educação Profissional e STT. |
| | Existência de quadro de técnicos/docentes qualificados. |
| | Proximidade com os elos da indústria (fornecedores e usuários). |
| | Oferta diversificada de formação profissional e de STT |
| Fraquezas | Falta de políticas eficientes de retenção de talentos |
| | Mecanismos lentos de atualização tecnológica. |
| | Heterogeneidade tecnológica entre as unidades operacionais |
| | Não ter equipes exclusivas para STT em AI. |
| | Tempo lento de resposta em STT |

Uma vez identificados os fatores internos e externos serão analisados em uma matriz (figura 4), buscando-se verificar a existência de relação entre eles. Nas linhas horizontais

são colocadas, respectivamente, as forças e as fraquezas. Nas linhas verticais as oportunidades e ameaças. O grau de intensidade de impacto pode ser determinado por meio de numeração (3 – forte impacto, 2 – médio impacto, 1 – baixo impacto, 0 – não impacta).

Dos quadrantes gerados, pode-se considerar que o **quadrante I** demonstra uma potencialidade de ação ofensiva por parte da organização, pois esta pode aproveitar as oportunidades existentes através de seus pontos fortes. O **quadrante II** demonstra a capacidade defensiva da organização, pois esta é capaz de neutralizar ou minimizar as ameaças através de seus pontos fortes. O **quadrante III** indica os pontos de debilidade da organização, pois seus pontos fracos impedem o aproveitamento das oportunidades vislumbradas. O **quadrante IV** mostra os pontos de vulnerabilidade da organização, ou seja, as ameaças terão grandes chances de concretização devido às fraquezas apresentadas pela organização.

| | Oportunidades | Ameaças |
|-----------|---------------|--------------|
| Forças | Quadrante I | Quadrante II |
| Fraquezas | Quadrante III | Quadrante IV |

Figura 4 – Matriz SWOT

A seguir são apresentadas as análises para cada quadrante.

| QUADRANTE I | | Oportunidades | | | |
|-------------|---|--|---|--|--|
| | | Demanda por perfis profissionais de maior complexidade e diversidade (clara distinção entre técnicos, tecnólogos e engenheiros). | Aumento da realização de PD&I nas empresas nacionais. | Elevada utilização de sistemas de automação pelas pequenas e micro empresas, não usuárias. | Maior serviço de Pro e Ass Tecnol e proces |
| Forças | Nome e confiabilidade na marca SENAI para EP e STT em A.I. | 1 | 3 | 2 | |
| | Parque tecnológico atualizado para EP e STT. | 3 | 3 | 3 | |
| | Existência de quadro de técnicos/docentes qualificados. | 3 | 3 | 3 | |
| | Proximidade com os elos da indústria (fornecedores e usuários). | 2 | 2 | 1 | |
| | Possibilidade de oferta diversificada de formação profissional e de STT | 3 | 3 | 3 | |
| Somatório | | | | | |

| QUADRANTE II | | Ameaças | | | |
|--------------|--|---|--|---|---------------------------|
| | | Grau de proficiência dos concluintes do ensino médio insuficiente para atender à complexidade tecnológica das empresas. | Perda de pessoal qualificado (docentes/técnicos) para o mercado. | Expansão de escolas técnicas e faculdades de tecnologia públicas. | A oferta profis rea mec n |
| Forças | Nome e confiabilidade na marca SENAI para EP e STT em A.I. | 0 | 1 | 2 | |
| | Parque tecnológico atualizado para EP e STT. | 0 | 1 | 2 | |
| | Existência de quadro de técnicos/docentes qualificados. | 1 | 1 | 2 | |

| | | | | | |
|------------------|---|---|---|---|--|
| | Proximidade com os elos da indústria (fornecedores e usuários). | 0 | 1 | 2 | |
| | Possibilidade de oferta diversificada de formação profissional e de STT | 1 | 1 | 3 | |
| Somatório | | | | | |

| QUADRANTE III | | Oportunidades | | | |
|----------------------|--|--|---|--|--|
| | | Demanda por perfis profissionais de maior complexidade e diversidade (clara distinção entre técnicos, tecnólogos e engenheiros). | Aumento da realização de PD&I nas empresas nacionais. | Elevada utilização de sistemas de automação pelas pequenas e micro empresas, não usuárias. | Maior demanda por serviços de Processamento de Dados e Assistência Tecnológica e consultoria em processo produtivo |
| Fraquezas | Falta de políticas eficientes de retenção de talentos. | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Níveis tecnológicos heterogêneos entre as unidades operacionais. | 1 | 3 | 2 | 1 |
| | Mecanismos lentos de atualização tecnológica. | 3 | 3 | 1 | 2 |
| | Não ter equipes exclusivas para STT em AI. | 0 | 2 | 2 | 2 |
| | Tempo lento de resposta em STT. | 0 | 2 | 2 | 2 |
| Somatório | | | | | |

| QUADRANTE IV | | Ameaças | | | |
|--------------|--|---|--|---|-----------------|
| | | Grau de proficiência dos concluintes do ensino médio insuficiente para atender à complexidade tecnológica das empresas. | Perda de pessoal qualificado (docentes/técnicos) para o mercado. | Expansão de escolas técnicas e faculdades de tecnologia públicas. | A of pr m |
| Fraquezas | Falta de políticas eficientes de retenção de talentos. | 1 | 3 | 2 | |
| | Níveis tecnológicos heterogêneos entre as unidades operacionais. | 1 | 1 | 1 | |
| | Mecanismos lentos de atualização tecnológica. | 0 | 0 | 1 | |
| | Não ter equipes exclusivas para STT em AI. | 0 | 1 | 0 | |
| | Tempo lento de resposta em STT. | 0 | 1 | 0 | |
| Somatório | | | | | |

A análise *SWOT* mostrou, primeiramente, que a instituição possui uma forte potencialidade para aproveitar as oportunidades existentes (quadrante I) e possui poucos pontos de vulnerabilidade (quadrante IV). Contudo, mostrou também que as forças não impedem ou neutralizam de forma satisfatória as ameaças para a instituição (quadrante III) e que as fraquezas da instituição impedem razoavelmente o aproveitamento das oportunidades (quadrante II). De forma geral, a instituição para atuação no setor de automação industrial pode se caracterizar com potencial ofensivo, mas baixa capacidade defensiva com alguns pontos de debilidade.

6 RECOMENDAÇÕES SETORIAIS

6.1 Introdução

O SENAI, como instituição de educação profissional e de serviços técnicos e tecnológicos ligados à indústria, tem buscado desenvolver produtos que objetivem contribuir para o aumento da competitividade dos setores industriais brasileiros. Esse objetivo obrigatoriamente passa pela atualização tecnológica das Escolas e Unidades Operacionais dos Departamentos Regionais e empresas. Porém, a tomada de decisão para processos de modernização tecnológica traz, em um primeiro momento, considerável grau de incerteza para os *stakeholders* envolvidos. Essa incerteza pode ser gradativamente diminuída mediante ações que gerem informações consistentes sobre as tendências tecnológicas para setor em questão.

Com este intuito, são desenvolvidas as *Recomendações Setoriais* para o SENAI no tocante a atualização curricular, oferta de novos cursos e de serviços técnicos e tecnológicos. Essas *Recomendações* são geradas tendo como base analítica os Cenários Setoriais gerados. Contudo, ressalta-se que as *Recomendações* possuem certo grau de incerteza, visto que a base de análise e geração destas se constitui de possibilidades estabelecidas nos cenários sobre as variáveis estabelecidas (grau de difusão tecnológica, tendências organizacionais e possíveis impactos ocupacionais em um horizonte temporal estabelecido).

Devido a isso, as *Recomendações Setoriais* geradas nessa etapa possuem menor risco financeiro para o tomador de decisão. Como exemplos podem ser citadas aquelas relacionadas à atualização de desenhos curriculares de discentes, cursos para atualização de docentes e oferecimento de cursos de educação continuada. Todas levam em consideração uma dimensão fundamentalmente teórica.

Recomendações que englobem ações mais intensas de investimentos deverão ser utilizadas de acordo com os resultados dos processos de monitoramento das informações geradas pelos Cenários Setoriais. As *Recomendações Setoriais* a seguir apresentadas estão divididas em três blocos, a saber: *Recomendações Gerais*, *Recomendações para Formação Profissional no setor de automação industrial* e *Recomendações para oferta de Serviços Técnicos e Tecnológicos*.

Ressalta-se, ainda, que a escolha dessas *Recomendações* dependerá das demandas específicas de cada estado ou escola, seja por novos cursos e possíveis saídas finais ou intermediárias, ou pela possibilidade de aumento do desenho curricular mediante inclusão de novas unidades curriculares.

6.2 Recomendações Gerais para o SENAI no Setor de Automação Industrial

As *Recomendações Gerais* foram geradas a partir da análise *SWOT* e buscam levantar ações para reforçar determinadas forças da instituição e aproveitamento de

oportunidades, bem como eliminar/diminuir as fraquezas para que a instituição possa enfrentar as ameaças prioritizadas.

1. Desenvolver ações ou estudos para identificação de demandas atuais e futuras das empresas usuárias e potenciais usuárias de automação industrial, principalmente MPEs, em EP e STT.
2. Reforçar ações que incentivem técnicos ou docentes de automação industrial em participar de congressos, seminários e outros eventos técnico-científicos de reconhecida qualidade no setor de automação industrial, especialmente por meio de apresentação de artigos e publicações técnico-científicas.
3. Desenvolver ações de capacitação, para técnicos, docentes e agentes de treinamento a fim de prepará-los para identificar novas potencialidades para o SENAI no tocante à oferta de EP e STT em automação industrial.
4. Desenvolver ou reforçar ações que incentivem as Unidades Operacionais da área de automação industrial em apresentar projetos de inovação tecnológica em editais internos e externos, a fim de inovar e atualizar o parque tecnológico dessas Unidades.
5. Desenvolver ou reforçar ações de parcerias entre Unidades Operacionais e empresas fornecedoras de automação industrial, a fim de manter atualizado o parque tecnológico dessas Unidades, por meio de acordos para compra de equipamentos de forma subsidiada, doações, *show room* ou comodato, dentre outras estratégias.
6. Desenvolver ou reforçar políticas de retenção e atração de talentos (técnicos ou docentes) atuantes no setor de automação industrial.
7. Monitorar a expansão de escolas técnicas, públicas ou privadas, ofertantes de cursos para o setor de automação industrial.
8. Desenvolver ou reforçar ações para desenvolvimento ou incorporação de novas tecnologias educacionais, metodologias de ensino e dinâmicas que contemplem jogos, por exemplo, que permitam a mobilidade e flexibilidade na oferta de cursos relacionados à automação industrial, incentivando as atuações em rede do SENAI.
9. Desenvolver/reforçar ações para medir os impactos das ações de EP e STT nas empresas usuárias de automação industrial.
10. Desenvolver/reforçar planos de comunicação junto às Associações e empresas usuárias de automação industrial, principalmente MPEs, para divulgação dos impactos das ações de EP e STT.

6.3 Recomendações para Formação Profissional no Setor de Automação Industrial

As *Recomendações para Formação Profissional* foram geradas a partir da análise de *gaps educacionais* (Recomendação Geral) e dos impactos ocupacionais nos cenários estabelecidos (Recomendações Específicas). Para tal, foram identificados os conhecimentos, habilidades e atitudes comuns aos 4 cenários e discutidos aqueles conhecimentos e habilidades que devem ser inseridos na formação das ocupações selecionadas (tecnólogo em automação industrial e mecatrônica e técnico em automação industrial e mecatrônica). Foram geradas, também, Recomendações para oferta de cursos, baseados nas mesmas áreas de conhecimento discutidos, para profissionais que já formados.

6.3.1 Recomendação Geral

Definir estratégias de complementação de conteúdos de educação básica considerando os pré-requisitos das ocupações selecionadas e os perfis dos candidatos.

- Aplicar a metodologia de identificação de *gaps* educacionais para todos os cursos ofertados no setor de automação industrial.
- Realizar curso de nivelamento dos conhecimentos técnico-científicos adequados à formação, prioritariamente com o SESI.
- Embutir na carga-horária do curso os fundamentos técnico-científicos que constituem requisito mínimo para aprendizagem no curso de educação profissional específico.
- Fortalecer ações de ensino articulado, prioritariamente com o SESI

6.3.2 Recomendações Específicas

A) Recomendações para a Educação Tecnológica de Graduação

Tecnólogo em Automação Industrial

Atualização curricular

- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em automação industrial por meio de inserção de conhecimentos sobre **arquiteturas e sistemas de automação integrados com ênfase em DCS (sistema de controle distribuído) e Sistemas Híbridos (PLC + SDCD)**.
- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em automação industrial por meio de inserção de conhecimentos sobre **Redes sem fio com foco em comunicação industrial**.
- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em automação industrial por meio de inserção de conhecimentos sobre **Gestão de ativos e Gestão da manutenção com ênfase em ciclo de vida de produtos e plantas industriais**.
- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em automação industrial por meio de inserção de conhecimentos sobre **segurança operacional de máquinas (“safety machine”)** e **confiabilidade em sistemas de automação**.

- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em automação industrial por meio de inserção de conhecimentos sobre **Gerenciamento de projetos**.
- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em automação industrial por meio da inserção de conhecimentos sobre **gestão ambiental e normas de segurança do trabalho**.
- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em automação industrial por meio do desenvolvimento de habilidades para **trabalho e relacionamento em equipes multifuncionais**.
- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em automação industrial por meio do desenvolvimento de habilidades para **análise e solução de problemas**.
- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em automação industrial por meio do desenvolvimento de **capacidades sociais, organizativas e metodológicas (atitudes)** para **adequação a mudanças**.

Oferta de cursos

- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento**, para tecnólogos em automação industrial sobre **redes sem fio com foco em comunicação industrial**.
- Oferecimento de cursos, **na modalidade especialização profissional**, para tecnólogos em automação industrial sobre **redes industriais**.
- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento profissional**, para tecnólogos em automação industrial sobre **gerenciamento de projetos**.
- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento profissional**, para tecnólogos em automação industrial sobre **automação industrial aplicada à eficiência energética**.
- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento profissional**, para tecnólogos em automação industrial sobre **PLM (Product Lifecycle Management)**.
- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento profissional**, para tecnólogos em automação industrial sobre **segurança operacional de máquinas (“safety machine”) e confiabilidade em sistemas de automação**.
- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento profissional**, para tecnólogos em automação industrial sobre **Tecnologias de Informação aplicada à automação industrial**.

Tecnólogo em mecatrônica

Atualização curricular

- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em mecatrônica por meio de inserção de conhecimentos sobre **Gerenciamento de projetos**.
- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em mecatrônica por meio de inserção de conhecimentos sobre **PLM / PDM (Gestão do ciclo de vida do produto e Gestão de dados do produto)**.
- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em mecatrônica por meio de inserção de conhecimentos sobre **segurança operacional de máquinas (“safety machine”) e confiabilidade em sistemas de automação**.

- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em mecatrônica por meio da inserção de conhecimentos sobre **gestão ambiental e normas de segurança**.
- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em mecatrônica por meio do desenvolvimento de habilidades para **trabalho e relacionamento em equipes multifuncionais**.
- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em mecatrônica por meio do desenvolvimento de habilidades para **análise e solução de problemas**
- Atualização curricular de cursos de tecnólogos em mecatrônica por meio do desenvolvimento de **capacidades sociais, organizativas e metodológicas (atitudes)** para **adequação a mudanças**.

Oferta de cursos

- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento profissional**, para tecnólogos em mecatrônica sobre **redes sem fio**.
- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento profissional**, para tecnólogos em mecatrônica sobre **gerenciamento de projetos**.
- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento profissional**, para tecnólogos em mecatrônica sobre **automação aplicada à eficiência energética**.
- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento profissional**, para tecnólogos em mecatrônica sobre **PDM/PLM (Gestão do ciclo de vida do produto e Gestão de dados do produto)**.
- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento profissional**, para tecnólogos em mecatrônica sobre **segurança operacional de máquinas (safety machine)**.
- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento profissional**, para tecnólogos em mecatrônica sobre **FMS (Sistemas Industriais Flexíveis)**.

B) Recomendações para a Educação Profissional de Nível Médio

Técnico em Automação Industrial

Atualização Curricular

- Atualização curricular de cursos técnicos em automação industrial por meio de inserção de conhecimentos básicos sobre **Redes Sem Fio com foco em comunicação industrial**.
- Atualização curricular de cursos técnicos em automação industrial por meio de inserção de conhecimentos sobre **Instalação e Manutenção de Redes Ethernet**.
- Atualização curricular de cursos técnicos em automação industrial por meio de inserção de conhecimentos sobre **Sistemas de manutenção**.
- Atualização curricular de cursos técnicos em automação industrial por meio de inserção de conhecimentos sobre **arquiteturas e sistemas de automação integrados com ênfase em DCS (sistema de controle distribuído) e Sistemas Híbridos (PLC + SDCD)**.

- Atualização curricular de cursos técnicos em automação industrial por meio de inserção de conhecimentos sobre **Normas ambientais e Normas de segurança do trabalho**.
- Atualização curricular de cursos de técnicos em automação industrial por meio do desenvolvimento de habilidades para **trabalho e relacionamento em equipes multifuncionais**.
- Atualização curricular de cursos de técnicos em automação industrial por meio do desenvolvimento de habilidades para **análise e solução de problemas**
- Atualização curricular de cursos de técnico em automação industrial por meio do desenvolvimento de **capacidades sociais, organizativas e metodológicas (atitudes)** para **adequação a mudanças**.

Oferta de Cursos

- Oferecimento de cursos, na **modalidade aperfeiçoamento profissional**, para técnicos em automação industrial sobre **Redes Industriais** de acordo com as especificidades de automação dos setores industriais.
- Oferecimento de cursos, na **modalidade aperfeiçoamento profissional**, para técnicos em automação industrial sobre **Redes sem fio com foco em comunicação industrial**.
- Oferecimento de cursos, na **modalidade aperfeiçoamento profissional**, para técnicos em automação industrial sobre **Gestão ambiental**.
- Oferecimento de cursos, na modalidade aperfeiçoamento profissional, para técnicos em automação industrial sobre **Normas de segurança do trabalho**.

Técnico em Mecatrônica

Atualização Curricular

- Atualização curricular de cursos técnicos em mecatrônica por meio de inserção de conhecimentos sobre **Instalação e Manutenção de Redes Ethernet**.
- Atualização curricular de cursos técnicos em mecatrônica por meio de inserção de conhecimentos sobre **Sistemas de manutenção**.
- Atualização curricular de cursos técnicos em mecatrônica por meio de inserção de conhecimentos sobre **Normas ambientais e Normas de segurança do trabalho**.
- Atualização curricular de cursos técnicos em mecatrônica por meio de inserção de conhecimentos básicos sobre **segurança operacional de máquinas**.
- Atualização curricular de cursos de técnicos em mecatrônica por meio do desenvolvimento de habilidades para **trabalho e relacionamento em equipes multifuncionais**.
- Atualização curricular de cursos de técnicos em mecatrônica por meio do desenvolvimento de habilidades para **análise e solução de problemas**.
- Atualização curricular de cursos de técnico em mecatrônica por meio do desenvolvimento de **capacidades sociais, organizativas e metodológicas (atitudes)** para **adequação a mudanças**.

Oferta de cursos

- Oferecimento de cursos, **na modalidade aperfeiçoamento profissional**, para técnicos em mecatrônica sobre **Gestão ambiental**.
- Oferecimento de cursos, na modalidade aperfeiçoamento profissional, para técnicos em mecatrônica sobre **Normas de segurança do trabalho**.
- Oferecimento de cursos, na modalidade aperfeiçoamento profissional, para técnicos em mecatrônica sobre **segurança operacional de máquinas (“*safety machine*”)**.
- Oferecimento de cursos, na modalidade aperfeiçoamento profissional, para técnicos em mecatrônica sobre **integração de sistemas mecatrônicos**.

6.3.3 Recomendações de Oferta de Cursos para outras Famílias Ocupacionais

Essas Recomendações foram geradas a partir do Mapa do Trabalho Industrial, que projeta, dentre outras informações, a demanda quantitativa futura por formação profissional inicial e continuada para o SENAI. Por meio dessas projeções, tem-se um referencial da potencialidade de oferta de cursos na área de automação industrial pelo SENAI para profissionais, principalmente de atuação transversal, que podem atuar na área de automação industrial em diversos setores.

- Oferecimento de cursos de educação continuada, na modalidade especialização profissional para *técnicos em eletrônica e eletroeletrônica* sobre **automação Industrial**.
- Oferecimento de cursos de educação continuada, na modalidade de aperfeiçoamento profissional para *técnicos mecânicos na fabricação e manutenção de máquinas* sobre **segurança operacional de máquinas (“safety machine”)**.
- Oferecimento de cursos de educação continuada, na modalidade de aperfeiçoamento profissional para *Operadores de processos das indústrias* sobre noções de **instrumentação e controle de processos**.
- Oferecimento de cursos de educação continuada, na modalidade de aperfeiçoamento profissional para *Supervisores de produção em indústrias químicas, petroquímicas e afins* sobre noções de **instrumentação e controle de processos**.
- Oferecimento de cursos de educação continuada, na modalidade de aperfeiçoamento profissional para *Operadores de máquinas de usinagem CNC* sobre **CAD/CAM**.
- Oferecimento de cursos de educação continuada, na modalidade de aperfeiçoamento profissional, para *Técnicos em calibração e instrumentação* sobre **Redes Industriais**
- Oferecimento de cursos de educação continuada, na modalidade de aperfeiçoamento profissional, para *Técnicos em calibração e instrumentação* sobre **Automação Industrial**.

6.4 Recomendações para Oferta de Serviços Técnicos e Tecnológicos

As *Recomendações para STT* foram geradas a partir da análise SWOT (Recomendações Gerais) e da identificação das principais categorias de STT nos 4 cenários estabelecidos (Recomendações Específicas). A partir dessa identificação foram feitas discussões com o Grupo Executor para identificação dos principais serviços que poderão ser ofertados, de acordo com a demanda.

6.4.1 Recomendações Gerais

- Estudar a demanda por STT e as tendências tecnológicas, no setor de automação industrial, objetivando focar os serviços mais demandados, incentivando a formação de equipes específicas para STT.
- Desenvolver ou reforçar metodologias que permitam que os serviços técnicos e tecnológicos em automação industrial sejam realizados de forma mais rápida e eficiente.

6.4.2 Recomendações Específicas

Ofertar ou reforçar a oferta, **de acordo com a demanda local**, as seguintes categorias e tipos de STTs

| Serviços Técnicos e Tecnológicos | Tipos de serviços que podem ser ofertados pelo SENAI |
|---|--|
| Serviços Operacionais | <ul style="list-style-type: none"> • Análise termográfica de equipamentos para manutenção preditiva • Usinagem CNC |
| Assessoria e Consultoria em Processo Produtivo | <ul style="list-style-type: none"> • Otimização e automação de processos produtivos • Diagnóstico em eficiência energética • Adequação a NR 10 • Análise da qualidade de energia elétrica • Estudo de viabilidade de soldagem robotizada • Estudo de viabilidade de utilização de máquinas 5 eixos (HSM) • Adequação às normas de <i>safety machine</i> • Consultorias, para PMEs, sobre redes industriais |
| Elaboração e Disseminação de informações | <ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de materiais com informações dos casos de sucesso. • Elaboração de manuais de operação e documentação técnica de máquinas, equipamentos e dispositivos de automação. • Elaboração de respostas técnicas (SBRT) • Elaboração de dossiês técnicos. |
| Eventos Técnicos | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Workshop</i> para disseminação de Informações dos casos de sucesso. • Seminários com empresas do setor de automação. |
| Desenvolvimento experimental | <ul style="list-style-type: none"> • Prototipagem Rápida • Desenvolvimento de máquinas especiais • <i>Retrofitting</i> de máquinas |

7 LISTA DE ESPECIALISTAS

| Nome | Instituição/Organização/Empresa |
|------------------------------|--|
| Charles Silva | Emerson Process |
| Lidney Maynart | Honeywell |
| Carlos Gury | ABB |
| Antonio Carlos Lopes | Automatus Engenharia |
| Deusdedit Carvalho de Moraes | SMAR |
| Mario Antonio Borin | Festo |
| Fernando Capelari | Schneider Electric |
| Reinaldo Cozzo | Phoenix Contact |
| Carlos Fernando Albuquerque | Siemens |
| Alfredo José da Fonseca | ASI Automação |
| Eduardo Borges | Ladder |
| Maria Luiza Delavy | SCANIA |
| Francisco Salvador | SADIA |
| Marcello Gulinelli Neto | AMBEV |
| Renan de Oliveira Reis | Yokogawa |
| Angelo Susin | 2s Ind. Com. de Equipamentos |
| Neyo F. Schell Kruze | SEW Eurodrive |
| Roberto Carlos O. Duarte | Bürkert |
| Augusto pereira | Pepperl Fuchs |

APÊNDICE

Apêndice A – Demanda por Formação Profissional - Projeções

Cenário – O Mundo é Automatizado

| Cód. CBO 4 | Descrição da Família Ocupacional | Formação continuada | Formação Inicial |
|--------------|---|---------------------|------------------|
| 2021 | Engenheiros mecatrônicos | 84 | 13 |
| 2122 | Engenheiros em computação | 1.199 | 183 |
| 2124 | Analistas de sistemas computacionais - Automação | 3.391 | 522 |
| 2143 | Engenheiros eletricitas, eletrônicos e afins | 14.072 | 2.140 |
| 2145 | Engenheiros químicos | 4.419 | 773 |
| 2149 | Engenheiros de produção, qualidade e segurança | 10.815 | 1.691 |
| 3001 | Técnicos em mecatrônica | 1.015 | 180 |
| 3132 | Técnicos em eletrônica | 50.897 | 8.191 |
| 3141 | Técnicos mecânicos na fabricação e montagem de máquinas, sistemas e instrumentos | 21.457 | 3.551 |
| 3186 | Desenhistas projetistas da mecânica | 4.518 | 686 |
| 7255 | Montadores de veículos automotores (linha de montagem) | 18.869 | 2.499 |
| 7311 | Montadores de equipamentos eletroeletrônicos | 60.006 | 8.126 |
| 7411 | Mecânicos de instrumentos de precisão | 4.630 | 778 |
| 7721 | Trabalhadores de tratamento e preparação da madeira | 11.096 | 1.293 |
| 7811 | Condutores de processos robotizados | 290 | 64 |
| 8101 | Supervisores de produção em indústrias químicas, petroquímicas e afins | 3.284 | 492 |
| 8115 | Operadores de equipamentos de produção e refino de petróleo e gás | 845 | 127 |
| 8131 | Operadores de processos das indústrias de transformação de produtos químicos, petroquímicos e afins | 24.550 | 3.350 |
| 7214 | Operadores de máquinas de usinagem CNC | 16.668 | 1.485 |
| 3134 | Técnicos em calibração e instrumentação | 5.778 | 685 |
| 3003 | Técnicos em eletromecânica | 3.436 | 368 |
| 3144 | Técnicos mecânicos na manutenção de máquinas, sistemas e instrumentos | 5.035 | 574 |
| TOTAL | | 235.437 | 34.658 |

Cenário - A luta pela automação

| Cód. CBO 4 | Descrição da Família Ocupacional | Formação continuada | Formação Inicial |
|-------------------|---|----------------------------|-------------------------|
| 2021 | Engenheiros mecatrônicos | 49 | 8 |
| 2122 | Engenheiros em computação | 700 | 106 |
| 2124 | Analistas de sistemas computacionais - Automação | 1.978 | 304 |
| 2143 | Engenheiros eletricitistas, eletrônicos e afins | 8.208 | 1.249 |
| 2145 | Engenheiros químicos | 2.578 | 451 |
| 2149 | Engenheiros de produção, qualidade e segurança | 6.309 | 986 |
| 3001 | Técnicos em mecatrônica | 592 | 105 |
| 3132 | Técnicos em eletrônica | 29.690 | 4.778 |
| 3141 | Técnicos mecânicos na fabricação e montagem de máquinas, sistemas e instrumentos | 12.517 | 2.072 |
| 3186 | Desenhistas projetistas da mecânica | 2.635 | 400 |
| 7255 | Montadores de veículos automotores (linha de montagem) | 11.007 | 1.458 |
| 7311 | Montadores de equipamentos eletroeletrônicos | 35.003 | 4.740 |
| 7411 | Mecânicos de instrumentos de precisão | 2.701 | 454 |
| 7721 | Trabalhadores de tratamento e preparação da madeira | 6.473 | 754 |
| 7811 | Condutores de processos robotizados | 169 | 37 |
| 8101 | Supervisores de produção em indústrias químicas, petroquímicas e afins | 1.916 | 287 |
| 8115 | Operadores de equipamentos de produção e refino de petróleo e gás | 493 | 74 |
| 8131 | Operadores de processos das indústrias de transformação de produtos químicos, petroquímicos e afins | 14.321 | 1.954 |
| 7214 | Operadores de máquinas de usinagem CNC | 9.723 | 866 |
| 3134 | Técnicos em calibração e instrumentação | 3.371 | 399 |
| 3003 | Técnicos em eletromecânica | 2.004 | 215 |
| 3144 | Técnicos mecânicos na manutenção de máquinas, sistemas e instrumentos | 2.937 | 335 |
| TOTAL | | 137.338 | 20.217 |

Cenário - A automação resiste

| Cód. CBO 4 | Descrição da Família Ocupacional | Formação continuada | Formação Inicial |
|-------------------|---|----------------------------|-------------------------|
| 2021 | Engenheiros mecatrônicos | 35 | 5 |
| 2122 | Engenheiros em computação | 500 | 76 |
| 2124 | Analistas de sistemas computacionais - Automação | 1.413 | 217 |
| 2143 | Engenheiros eletricitas, eletrônicos e afins | 5.863 | 892 |
| 2145 | Engenheiros químicos | 1.841 | 322 |
| 2149 | Engenheiros de produção, qualidade e segurança | 4.506 | 705 |
| 3001 | Técnicos em mecatrônica | 423 | 75 |
| 3132 | Técnicos em eletrônica | 21.207 | 3.413 |
| 3141 | Técnicos mecânicos na fabricação e montagem de máquinas, sistemas e instrumentos | 8.941 | 1.480 |
| 3186 | Desenhistas projetistas da mecânica | 1.882 | 286 |
| 7255 | Montadores de veículos automotores (linha de montagem) | 7.862 | 1.041 |
| 7311 | Montadores de equipamentos eletroeletrônicos | 25.002 | 3.386 |
| 7411 | Mecânicos de instrumentos de precisão | 1.929 | 324 |
| 7721 | Trabalhadores de tratamento e preparação da madeira | 4.623 | 539 |
| 7811 | Condutores de processos robotizados | 121 | 26 |
| 8101 | Supervisores de produção em indústrias químicas, petroquímicas e afins | 1.369 | 205 |
| 8115 | Operadores de equipamentos de produção e refino de petróleo e gás | 352 | 53 |
| 8131 | Operadores de processos das indústrias de transformação de produtos químicos, petroquímicos e afins | 10.229 | 1.396 |
| 7214 | Operadores de máquinas de usinagem CNC | 6.945 | 619 |
| 3134 | Técnicos em calibração e instrumentação | 2.408 | 285 |
| 3003 | Técnicos em eletromecânica | 1.432 | 153 |
| 3144 | Técnicos mecânicos na manutenção de máquinas, sistemas e instrumentos | 2.098 | 239 |
| TOTAL | | 98.099 | 14.441 |

Cenário - A vitória da mecanização

| Cód. CBO 4 | Descrição da Família Ocupacional | Formação continuada | Formação Inicial |
|-------------------|---|----------------------------|-------------------------|
| 2021 | Engenheiros mecatrônicos | 21 | 3 |
| 2122 | Engenheiros em computação | 300 | 46 |
| 2124 | Analistas de sistemas computacionais - Automação | 848 | 130 |
| 2143 | Engenheiros eletricitas, eletrônicos e afins | 3.518 | 535 |
| 2145 | Engenheiros químicos | 1.105 | 193 |
| 2149 | Engenheiros de produção, qualidade e segurança | 2.704 | 423 |
| 3001 | Técnicos em mecatrônica | 254 | 45 |
| 3132 | Técnicos em eletrônica | 12.724 | 2.048 |
| 3141 | Técnicos mecânicos na fabricação e montagem de máquinas, sistemas e instrumentos | 5.364 | 888 |
| 3186 | Desenhistas projetistas da mecânica | 1.129 | 171 |
| 7255 | Montadores de veículos automotores (linha de montagem) | 4.717 | 625 |
| 7311 | Montadores de equipamentos eletroeletrônicos | 15.001 | 2.031 |
| 7411 | Mecânicos de instrumentos de precisão | 1.158 | 195 |
| 7721 | Trabalhadores de tratamento e preparação da madeira | 2.774 | 323 |
| 7811 | Condutores de processos robotizados | 72 | 16 |
| 8101 | Supervisores de produção em indústrias químicas, petroquímicas e afins | 821 | 123 |
| 8115 | Operadores de equipamentos de produção e refino de petróleo e gás | 211 | 32 |
| 8131 | Operadores de processos das indústrias de transformação de produtos químicos, petroquímicos e afins | 6.137 | 837 |
| 7214 | Operadores de máquinas de usinagem CNC | 4.167 | 371 |
| 3134 | Técnicos em calibração e instrumentação | 1.445 | 171 |
| 3003 | Técnicos em eletromecânica | 859 | 92 |
| 3144 | Técnicos mecânicos na manutenção de máquinas, sistemas e instrumentos | 1.259 | 144 |
| TOTAL | | 58.859 | 8.664 |

Apêndice B – Impactos Ocupacionais

Cenário – O Mundo é Automatizado

Tecnólogo em automação industrial

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|--|
| Coordenar a aplicação de serviços de <i>software</i> na própria área de atuação. | Consolidar demandas para a etapa de gestão. |
| Coordenar equipes de manutenção. | Gerenciar processos de manutenção. |
| Aplicar normas técnicas e regulamentadoras | Implantar o sistema PLM. |
| Coordenar e monitorar os serviços de terceiros nos sistemas TIC. | Instalar redes de comunicação industrial. |
| Operar redes de comunicação industrial. | Integrar componentes de automação. |
| Configurar equipamentos para operarem em redes sem fio. | Configurar dispositivos para comunicação através do protocolo ZIG-BEE. |
| Programar dispositivos para rastreamento via RFID. | Parametrizar equipamentos EDDL/FDT/FDI. |
| Interpretar mensagens de erros em sistemas de TIC | Analisar problemas de sistemas, não só de produtos |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|---|---|
| Funcionalidades de sistemas SCADA, DCS e Híbridos. | Conceitos de automação (vertical e horizontal). |
| Projeto de instalação e operação de redes de comunicação industrial (com rede sem fio). | Topologia de redes industriais. |
| Elaboração de materiais de informação técnica | Redação técnica |
| Gestão da manutenção. | Inglês técnico |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade de redigir documentação técnica. |
| Capacidade de análise e solução de problemas. | Capacidade de organizar, delegar e dividir problemas em partes para envolver terceiros (prestadores de serviços) |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|---|
| Demonstrar sensatez, versatilidade e liderança. | Demonstrar poder de comunicação e expressão |
| Ser criativo. | Manter-se atualizado e informado. |
| Ser pró-ativo | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Tecnólogo em mecânica

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|---|
| Personalizar soluções. | Realizar intervenções reparos em sistemas mecânicos |
| Analisar padrões e adequações às normas. | Analisar e solucionar problemas sistêmicos |
| Redigir procedimentos padrões de máquinas customizadas. | Implantar gestão dos dados do produto. (PDM) |
| Coordenar a aplicação de serviços de <i>software</i> na própria área de atuação. | Analisar projeto de sistemas de mecânica |
| Elaborar documentação técnica de operação de sistemas | Aplicar normas técnicas e regulamentadoras |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|------------------------------|
| Normas regulamentadoras nacionais e internacionais | Programação de robôs |
| Softwares de apoio ao projeto e manufatura | Princípios de confiabilidade |
| Redação técnica | Gestão dos dados do produto |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade para organizar, delegar e dividir problemas em partes para envolver terceiros (prestadores de serviços) |
| Capacidade de redigir documentação técnica. | Capacidade de análise e solução de problemas |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|--|
| Demonstrar sensatez, versatilidade e liderança. | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Demonstrar poder de comunicação e expressão. | Ser pró-ativo |
| Ser criativo. | Manter-se atualizado e informado. |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Engenheiro de automação

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|---|
| Especificar funcionalidades e verificar compatibilidade (após receber o produto desenvolvido). | Analisar e solucionar problemas complexos |
| Coordenar fornecedores de serviços. | Criar conceitos e padrões e sistemas de controle (KPIS) |
| Subsidiar tecnicamente tomada de decisão para <i>make or buy</i> . | Gerenciar projetos de automação |
| Analisar programas e aplicar tecnologias TIC/TA (PIMS, LIMS, AMS); | Definir e limitar escopo de projetos |
| Orçar manutenção de sistemas TIC/TA, de hardware/software e serviços | Projetar sistemas de manutenção |
| Liderar equipes multidisciplinares e virtuais | |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|---|--|
| Especificação de sistemas e desenvolvimento orientado a modelos | Integração de sistemas produtivos. |
| Funcionalidades de sistemas SCADA, DCS, Híbridos | Teoria de controle e estabilidade. |
| Conceitos de automação (vertical e horizontal) | Gestão da manutenção |
| Projeto de instalação e operação de redes de comunicação industrial (com rede sem fio). | Normas técnicas e ambientais e suas respectivas implicações na organização |
| Topologia de redes industriais. | Conceito de inteligência artificial |
| Elaboração de materiais de informação técnica | Conceito de fábrica virtual/digital |
| Matemática avançada (processamento digital) para aplicações de manutenção. | Projeto de controle híbrido. |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade para organizar, delegar e dividir problemas em partes para envolver terceiros (prestadores de serviços) |
| Capacidade de redigir documentação técnica. | Possuir visão holística dos sistemas de produção. |
| Capacidade de comunicar e descrever problemas complexos para terceiros. | Capacidade de análise e solução de problemas. |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|--|
| Possuir senso de organização | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Delegar responsabilidades | Ser pró-ativo |
| Demonstrar sensatez, versatilidade e liderança. | Manter-se atualizado e informado. |
| Demonstrar poder de comunicação e expressão. | Ser criativo. |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Técnico em automação industrial

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|--|
| Utilizar tecnologia de rede sem fio/ethernet em sistemas de automação industrial | Utilizar sistemas de Controle Híbrido/PLC/DCS para a automação de processos. |
| Aplicar o sistema TPM no planejamento da manutenção. | Utilizar de sistemas de gerenciamento computadorizado da Manutenção. |
| Utilizar tecnologia RFID em sistema de automação industrial. | Utilizar sistemas metrológicos em sistema de automação industrial. |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|-----------------------|
| Redes Sem Fio (<i>wireless</i>); | Sistemas metrológicos |
| Redes Ethernet | |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade de análise e solução de problemas em nível técnico. |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|--|
| Preocupar-se com a gestão ambiental | Ser pró-ativo |
| Preocupar-se com a eficiência energética. | Manter-se atualizado e informado. |
| Preocupar-se com a melhoria continuada | Demonstrar poder de comunicação e expressão. |
| Demonstrar sensatez | Capacidade de adequação a mudanças |

Técnico em mecatrônica

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|--|
| Utilizar tecnologia de rede sem fio/ethernet em sistemas de automação industrial | Programar <i>off line</i> robôs industriais |
| Aplicar o sistema TPM no planejamento da manutenção. | Utilizar de sistemas de gerenciamento computadorizado da Manutenção. |
| Utilizar tecnologia RFID em sistema de automação industrial. | Utilizar sistemas metrológicos em sistema de automação industrial. |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|-----------------------|
| Redes Sem Fio (<i>wireless</i>); | Sistemas metrológicos |
| Redes Ethernet | Sistema TPM |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade de análise e solução de problemas em nível técnico. |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|---|
| Preocupar-se com a gestão ambiental | Ser pró-ativo |
| Preocupar-se com a eficiência energética. | Manter-se atualizado e informado. |
| Preocupar-se com a melhoria continuada | Demonstrar poder de comunicação e expressão |
| Demonstrar sensatez | Capacidade de adequação a mudanças |

Cenário - A luta pela automação

Tecnólogo em automação industrial

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|--|
| Coordenar a aplicação de serviços de <i>software</i> na própria área de atuação. | Consolidar demandas para a etapa de gestão. |
| Coordenar equipes de manutenção. | Analisar problemas de sistemas, não só de produtos |
| Gerenciar processos de manutenção. | Interpretar mensagens de erros em sistemas de TIC |
| Coordenar e monitorar os serviços de terceiros nos sistemas TIC. | Parametrizar equipamentos EDDL/FDT/FDI. |
| Instalar redes de comunicação industrial. | Programar dispositivos para rastreamento via RFID. |
| Operar redes de comunicação industrial. | Configurar dispositivos para comunicação através do protocolo ZIG-BEE. |
| Integrar componentes de automação. | Configurar equipamentos para operarem em redes sem fio. |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|---|---|
| Funcionalidades de sistemas SCADA, DCS e Híbridos. | Inglês técnico |
| Conceitos de automação (vertical e horizontal). | Gestão da manutenção. |
| Projeto de instalação e operação de redes de comunicação industrial (com rede sem fio). | Redação técnica |
| Topologia de redes industriais. | Elaboração de materiais de informação técnica |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade para organizar, delegar e dividir problemas em partes para envolver terceiros (prestadores de serviços) |
| Capacidade de redigir documentação técnica. | Possuir visão holística dos sistemas de produção. |
| Capacidade de análise e solução de problemas. | |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|--|
| Demonstrar sensatez, versatilidade e liderança. | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Demonstrar poder de comunicação e expressão. | Ser pró-ativo |
| Ser criativo. | Manter-se atualizado e informado. |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Tecnólogo em mecânica

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|---|
| Redigir procedimentos padrões de máquinas customizadas. | Realizar intervenções reparos em sistemas mecânicos |
| Coordenar a aplicação de serviços de <i>software</i> na própria área de atuação. | Analisar e solucionar problemas sistêmicos |
| Elaborar documentação técnica de operação de sistemas | Implantar gestão dos dados do produto. (PDM) |
| Analisar projeto de sistemas de mecânica | |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|---|------------------------------|
| Softwares de apoio ao projeto e manufatura | Princípios de confiabilidade |
| Redação técnica | Gestão dos dados do produto |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade para organizar, delegar e dividir problemas em partes para envolver terceiros (prestadores de serviços) |
| Capacidade de redigir documentação técnica. | Possuir visão holística dos sistemas de produção. |
| Capacidade de análise e solução de problemas. | |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|--|
| Demonstrar sensatez, versatilidade e liderança. | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Demonstrar poder de comunicação e expressão. | Ser pró-ativo |
| Manter-se atualizado e informado. | Capacidade de adequação a mudanças |

Engenheiro de automação

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|---|
| Especificar funcionalidades e verificar compatibilidade (após receber o produto desenvolvido). | Analisar e solucionar problemas complexos |
| Coordenar fornecedores de serviços. | Criar conceitos e padrões e sistemas de controle (KPIS) |
| Subsidiar tecnicamente tomada de decisão para <i>make or buy</i> . | Gerenciar projetos de automação |
| Analisar programas e aplicar tecnologias TIC/TA (PIMS, LIMS, AMS); | Definir e limitar escopo de projetos |
| Orçar manutenção de sistemas TIC/TA, de hardware/software e serviços | Projetar sistemas de manutenção |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|-------------------------------------|
| Especificação de sistemas e desenvolvimento orientado a modelos | Integração de sistemas produtivos |
| Funcionalidades de sistemas SCADA, DCS, Híbridos | Teoria de controle e estabilidade |
| Conceitos de automação (vertical e horizontal) | Gestão da manutenção |
| Projeto de instalação e operação de redes de comunicação industrial (com rede sem fio) | Conceito de inteligência artificial |
| Topologia de redes industriais | Conceito de fábrica virtual/digital |
| Elaboração de materiais de informação técnica | Projeto de controle híbrido |
| Matemática avançada (processamento digital) para aplicações de manutenção | |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|--|---|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais | Possuir senso para organizar, delegar e dividir problemas em partes para envolver terceiros (prestadores de serviços) |
| Capacidade de redigir documentação técnica. | Possuir visão holística dos sistemas de produção |
| Capacidade de comunicar e descrever problemas complexos para terceiros | Capacidade de liderar equipes multidisciplinares e virtuais |
| Capacidade de análise e solução de problemas. | |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|--|---|
| Ser criativo | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Possuir senso de organização | Ser pró-ativo |
| Delegar responsabilidades | Manter-se atualizado e informado |
| Demonstrar sensatez, versatilidade e liderança | Demonstrar poder de comunicação e expressão |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Técnico em automação industrial

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|--|
| Utilizar tecnologia de rede sem fio/ethernet em sistemas de automação industrial | Utilizar sistemas de Controle Híbrido/PLC/DCS para a automação de processos. |
| Aplicar o sistema TPM no planejamento da manutenção. | Utilizar de sistemas de gerenciamento computadorizado da Manutenção. |
| Utilizar tecnologia RFID em sistema de automação industrial. | Utilizar sistemas metrológicos em sistema de automação industrial. |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|-----------------------|
| Redes Sem Fio (<i>wireless</i>); Redes Ethernet | Sistemas metrológicos |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade de análise e solução de problemas em nível técnico. |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|--|
| Preocupar-se com a eficiência energética. | Ser pró-ativo |
| Preocupar-se com a melhoria continuada | Manter-se atualizado e informado. |
| Possuir senso de organização | Ser criativo. |
| Demonstrar sensatez | Demonstrar poder de comunicação e expressão. |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Técnico em mecatrônica

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|--|
| Utilizar tecnologia de rede sem fio/ethernet em sistemas de automação industrial | Programação <i>off line</i> de robôs industriais |
| Aplicar o sistema TPM no planejamento da manutenção. | Utilizar de sistemas de gerenciamento computadorizado da Manutenção. |
| Utilizar tecnologia RFID em sistema de automação industrial. | Utilizar sistemas metrológicos em sistema de automação industrial. |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|-----------------------|
| Redes Sem Fio (<i>wireless</i>); | Sistemas metrológicos |
| Redes Ethernet | Sistema TPM |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade de análise e solução de problemas em nível técnico. |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|--|
| Preocupar-se com a eficiência energética. | Ser pró-ativo |
| Preocupar-se com a melhoria continuada | Manter-se atualizado e informado. |
| Demonstrar sensatez | Demonstrar poder de comunicação e expressão. |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Cenário - A automação resiste

Tecnólogo em automação industrial

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|--|
| Coordenar a aplicação de serviços de <i>software</i> na própria área de atuação. | Analisar problemas de sistemas, não só de produtos |
| Consolidar demandas para a etapa de gestão. | Parametrizar equipamentos EDDL/FDT/FDI. |
| Coordenar equipes de manutenção. | Programar dispositivos para rastreamento via RFID. |
| Gerenciar processos de manutenção. | Configurar dispositivos para comunicação através do protocolo ZIG-BEE. |
| Aplicar normas técnicas e regulamentadoras. | Configurar equipamentos para operarem em redes sem fio. |
| Coordenar e monitorar os serviços de terceiros nos sistemas TIC. | Integrar componentes de automação. |
| Instalar redes de comunicação industrial. | Operar redes de comunicação industrial. |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|---|---|
| Funcionalidades de sistemas SCADA, DCS e Híbridos. | Inglês técnico |
| Conceitos de automação (vertical e horizontal). | Gestão da manutenção |
| Projeto de instalação e operação de redes de comunicação industrial (com rede sem fio). | Redação técnica |
| Topologia de redes industriais. | Elaboração de materiais de informação técnica |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade para organizar, delegar e dividir problemas em partes para envolver terceiros (prestadores de serviços) |
| Capacidade de redigir documentação técnica. | Capacidade de análise e solução de problemas |
| Capacidade de comunicar e descrever problemas complexos para terceiros. | |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|--|
| Demonstrar sensatez, versatilidade e liderança. | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Demonstrar poder de comunicação e expressão. | Ser pró-ativo |
| Ser criativo. | Manter-se atualizado e informado |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Tecnólogo em mecânica

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|---|
| Personalizar soluções. | Realizar intervenções reparos em sistemas mecânicos |
| Analisar padrões e adequações às normas. | Analisar e solucionar problemas sistêmicos |
| Redigir procedimentos padrões de máquinas customizadas. | Aplicar normas técnicas e regulamentadoras |
| Coordenar a aplicação de serviços de <i>software</i> na própria área de atuação. | Elaborar documentação técnica de operação de sistemas |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|-----------------------------|
| Normas regulamentadoras nacionais e internacionais | Programação de robôs |
| Redação técnica | Gestão dos dados do produto |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|---|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Possuir senso para organizar, delegar e dividir problemas em partes para envolver terceiros (prestadores de serviços) |
| Capacidade de redigir documentação técnica. | Possuir visão holística dos sistemas de produção. |
| Capacidade de comunicar e descrever problemas complexos para terceiros. | Capacidade de análise e solução de problemas. |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|--|
| Demonstrar sensatez, versatilidade e liderança. | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Demonstrar poder de comunicação e expressão. | Ser pró-ativo |
| Ser criativo. | Manter-se atualizado e informado. |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Engenheiro de automação industrial

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|---|
| Especificar funcionalidades e verificar compatibilidade (após receber o produto desenvolvido). | Analisar e solucionar problemas complexos |
| Coordenar fornecedores de serviços. | Criar conceitos e padrões e sistemas de controle (KPIs) |
| Subsidiar tecnicamente tomada de decisão para <i>make or buy</i> . | Gerenciar projetos de automação |
| Analisar programas e aplicar tecnologias TIC/TA (PIMS, LIMS, AMS); | Definir e limitar escopo de projetos |
| Orçar manutenção de sistemas TIC/TA, de hardware/software e serviços | Projetar sistemas de manutenção |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|---|--|
| Especificação de sistemas e desenvolvimento orientado a modelos | Integração de sistemas produtivos |
| Funcionalidades de sistemas SCADA, DCS, Híbridos | Teoria de controle e estabilidade |
| Conceitos de automação (vertical e horizontal) | Gestão da manutenção |
| Gestão de produção, custos e logística | Normas técnicas e ambientais e suas respectivas implicações na organização |
| Projeto de instalação e operação de redes de comunicação industrial (com rede sem fio). | Conceito de fábrica virtual/digital |
| Topologia de redes industriais. | Projeto de controle híbrido. |
| Elaboração de materiais de informação técnica | Matemática avançada (processamento digital) para aplicações de manutenção. |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade para organizar, delegar e dividir problemas em partes para envolver terceiros (prestadores de serviços) |
| Capacidade de redigir documentação técnica. | Possuir visão holística dos sistemas de produção |
| Capacidade de comunicar e descrever problemas complexos para terceiros. | Capacidade de análise e solução de problemas |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|--|
| Liderança de equipes multidisciplinares e virtuais. | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Senso organizacional | Ser pró-ativo |
| Delegar responsabilidades | Manter-se atualizado e informado |
| Demonstrar sensatez, versatilidade e liderança. | Ser criativo |
| Demonstrar poder de comunicação e expressão. | Capacidade de adequação a mudanças |

Técnico em automação industrial

| Atividades que terão elevada importância | |
|---|---|
| Utilizar tecnologia de rede sem fio/ethernet em sistemas de automação industrial | Utilizar sistemas de Controle Híbrido/PLC/DCS para a automação de processos |
| Configurar redes com tecnologia Ethernet aplicadas aos sistemas de automação industrial | Utilizar de sistemas de gerenciamento computadorizado da Manutenção |
| Utilizar tecnologia RFID em sistema de automação industrial | Utilizar sistemas metrológicos em sistema de automação industrial |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|-----------------------|
| Redes Sem Fio (<i>wireless</i>) | Sistemas metrológicos |
| Redes Ethernet | Tecnologia RFID |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade de análise e solução de problemas em nível técnico |
| Capacidade de redigir documentação técnica. | Capacidade de comunicar e descrever problemas complexos para terceiros |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|---|
| Preocupar-se com a gestão ambiental | Ser pró-ativo |
| Preocupar-se com a eficiência energética. | Manter-se atualizado e informado |
| Preocupar-se com a melhoria continuada | Ser criativo. |
| Demonstrar sensatez | Demonstrar poder de comunicação e expressão |
| Demonstrar versatilidade | Capacidade de adequação a mudanças |

Técnico em mecatrônica

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|---|
| Utilizar tecnologia de rede sem fio/ethernet em sistemas de automação industrial | Utilizar de sistemas de gerenciamento computadorizado da Manutenção |
| Configurar redes com tecnologia Ethernet aplicadas aos sistemas de automação industrial. | Utilizar sistemas metrológicos em sistema de automação industrial |
| Aplicar o sistema TPM no planejamento da manutenção. | Utilizar tecnologia RFID em sistema de automação industrial |
| Utilizar controles híbridos | |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|-----------------------|
| Redes Sem Fio (<i>wireless</i>) | Sistemas metrológicos |
| Redes Ethernet | Tecnologia RFID |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|--|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais | Capacidade de análise e solução de problemas em nível técnico |
| Capacidade de redigir documentação técnica | Capacidade de comunicar e descrever problemas complexos para terceiros |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|---|
| Preocupar-se com a gestão ambiental | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Preocupar-se com a eficiência energética. | Ser pró-ativo |
| Preocupar-se com a melhoria continuada | Manter-se atualizado e informado |
| Senso organizacional | Ser criativo |
| Demonstrar sensatez e versatilidade | Demonstrar poder de comunicação e expressão |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Cenário – A Vitória da Mecanização

Tecnólogo em automação industrial

| Atividades que terão elevada importância | |
|---|-----------------------------------|
| Coordenar equipes de manutenção | Gerenciar processos de manutenção |
| Elaboração de materiais de informação técnica | |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|--|
| Inglês técnico | Normas regulamentadoras nacionais e internacionais |
| Gestão da manutenção | Softwares de apoio ao projeto e manufatura |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|--|-----------------|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais | Redação técnica |
| Capacidade de redigir documentação técnica | |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|--|--|
| Demonstrar sensatez, versatilidade e liderança | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Demonstrar poder de comunicação e expressão | Ser pró-ativo |
| Ser criativo | Manter-se atualizado e informado |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Tecnólogo em mecânica

| Atividades que terão elevada importância | |
|---|---|
| Personalizar soluções. | Realizar intervenções reparos em sistemas mecânicos |
| Redigir procedimentos padrões de máquinas customizadas. | Elaborar documentação técnica de operação de sistemas |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|----------------------|
| Normas regulamentadoras nacionais e internacionais | Programação de robôs |
| Softwares de apoio ao projeto e manufatura | Redação técnica |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade de redigir documentação técnica |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|--|
| Demonstrar sensatez, versatilidade e liderança. | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Demonstrar poder de comunicação e expressão. | Ser pró-ativo |
| Ser criativo | Manter-se atualizado e informado |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Engenheiro de automação industrial

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|--|
| Coordenar fornecedores de serviços | Gerenciar projetos de automação |
| Subsidiar tecnicamente tomada de decisão para <i>make or buy</i> | Definir e limitar escopo de projetos |
| Projetar sistemas de manutenção | Coordenar e monitorar os serviços de terceiros nos sistemas TIC/TA |
| Participar na instalação de sistemas TIC/TA | |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|---|
| Funcionalidades de sistemas SCADA, DCS, Híbridos | Integração de sistemas produtivos |
| Conceitos de automação (vertical e horizontal) | Gestão da manutenção |
| Projeto de instalação e operação de redes de comunicação industrial (com rede sem fio) | Elaboração de materiais de informação técnica |
| Topologia de redes industriais | |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|--|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais | Capacidade para organizar, delegar e dividir problemas em partes para envolver terceiros (prestadores de serviços) |
| Capacidade de redigir documentação técnica | Possuir visão holística dos sistemas de produção |
| Capacidade de comunicar e descrever problemas complexos para terceiros | Capacidade de análise e solução de problemas |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|--|--|
| Liderança de equipes multidisciplinares e virtuais | Possuir senso de organização de raciocínio |
| Possuir senso de organização | Ser pró-ativo |
| Delegar responsabilidades | Manter-se atualizado e informado |
| Demonstrar sensatez, versatilidade e liderança | Ser criativo |
| Demonstrar poder de comunicação e expressão | Capacidade de adequação a mudanças |

Técnico em automação industrial

| Atividades que terão elevada importância | |
|---|---|
| Compreender as normas ambientais aplicáveis aos sistemas de automação industrial. | Utilizar sistemas metrológicos em sistema de automação industrial |
| Utilizar tecnologia de rede sem fio/ethernet em sistemas de automação industrial | |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|---|-----------------------|
| Redes Sem Fio (<i>wireless</i>); | Sistemas metrológicos |
| Redes Ethernet | |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|---|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Capacidade de análise e solução de problemas em nível técnico |
| Capacidade de redigir documentação técnica. | |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|----------------------------------|
| Demonstrar sensatez | Ser pró-ativo |
| Demonstrar versatilidade | Manter-se atualizado e informado |
| Demonstrar poder de comunicação e expressão. | Ser criativo |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Técnico em mecânica

| Atividades que terão elevada importância | |
|--|---|
| Utilizar tecnologia de rede sem fio/ethernet em sistemas de automação industrial | Programação <i>off line</i> de robôs industriais |
| Utilizar sistemas metrológicos em sistema de automação industrial. | Utilizar de sistemas de gerenciamento computadorizado da Manutenção |

| Conhecimentos que terão elevada importância | |
|--|-----------------------|
| Redes Sem Fio (<i>wireless</i>); | Sistemas metrológicos |
| Redes Ethernet | |

| Habilidades que terão elevada importância | |
|---|--|
| Capacidade de trabalhar e se relacionar em equipes multifuncionais. | Possuir visão holística dos sistemas de produção |
| Capacidade de análise e solução de problemas em nível técnico. | |

| Atitudes que terão elevada importância | |
|---|----------------------------------|
| Demonstrar sensatez | Ser pró-ativo |
| Demonstrar versatilidade | Manter-se atualizado e informado |
| Demonstrar poder de comunicação e expressão. | Ser criativo |
| Capacidade de adequação a mudanças | |

Apêndice C – Gaps Educacionais

| Conhecimentos e Habilidades | Proficiência | | "Gap Educacional" | | |
|---|-----------------------|-------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Média de Proficiência | Série | Pré-Requisito | "Gap Educacional" em 2009 | "Gap Educacional" em 2019 |
| Calculam área de figuras desenhadas em malhas quadriculadas. | 125-150 | 4ª EF | | - | - |
| Reconhecem a localização ou movimentação de objeto situado em seu referencial, em representações gráficas. | 175-200 | 4ª EF | x | Não | Não |
| Reconhecem a localização ou movimentação de objeto situado em referencial diferente do seu, em representações gráficas. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Distinguem sólidos que têm superfície arredondada. | 200-250 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Distinguem sólidos com forma esférica, quadrado fora da posição usual e elementos de figuras tridimensionais (faces, vértices e arestas). | 300-350 | 4ª EF | x | Sim | Sim |
| Utilizam propriedades dos polígonos identificando seus lados. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Localizam pontos usando coordenada em um referencial quadriculado. | 200-250 | 8ª EF | x | Sim | Não |
| Localizam pontos no plano cartesiano. | 300-350 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Identificam planificações de um sólido simples dado em perspectiva e de um cilindro dado em situação concreta (ex: lata de óleo). | 250-300 | 8ª EF | | - | - |
| Estabelecem diferenças entre ângulos, quadrados e círculos. | 250-300 | 8ª EF | x | Sim | Não |
| Identificam lados e ângulos de um quadrilátero (retângulo, losango, quadrado e trapézio). | 250-300 | 8ª EF | x | Sim | Não |
| Reconhecem a medida do perímetro. | 250-300 | 8ª EF | x | Sim | Não |
| Calculam volume através de contagem de blocos. | 300-350 | 8ª EF | | - | - |
| Avaliam distâncias horizontais e verticais em croquis usando escalas gráficas. | 300-350 | 8ª EF | | - | - |
| Classificam ângulos em agudos, retos ou obtusos, de acordo com a sua medida em graus. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem problema envolvendo ângulos, usando inclusive a lei angular de Thales e aplicando o Teorema de Pitágoras. | 350-375 | 8ª EF | | - | - |
| Resolvem problema utilizando a propriedade de semelhança de triângulos de quadrilátero (como por exemplo, o Tangram). | 375-400 | 8ª EF | | - | - |
| Reconhecem a definição de circunferência e seus elementos (raio, diâmetro e corda). | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Calculam áreas de figuras simples (triângulos, paralelogramos, retângulos e trapézios). | 375-400 | 8ª EF | x | Sim | Sim |

| Conhecimentos e Habilidades | Proficiência | | "Gap Educacional" | | |
|---|-----------------------|-------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Média de Proficiência | Série | Pré-Requisito | "Gap Educacional" em 2009 | "Gap Educacional" em 2019 |
| Operam com o plano cartesiano utilizando sua nomenclatura (abscissa, ordenada e quadrantes). | 375-400 | 3ª EM | | - | - |
| Operam com o plano cartesiano encontrando o ponto de interseção de duas retas. | 375-400 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Operam com o plano cartesiano calculando a distância de dois pontos. | 400-425 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Reconhecem a equação de uma reta a partir do conhecimento de dois de seus pontos ou de seu gráfico. | 400-425 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Calculam a área total de uma pirâmide regular. | 400-425 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Resolvem problema de cálculo de distâncias e alturas, usando as razões trigonométricas. | 375-400 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Resolvem problema envolvendo o ponto médio de um segmento. | 400-425 | 3ª EM | | - | - |
| Resolvem problema aplicando o Teorema de Pitágoras em figuras espaciais. | 400-425 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Calculam o volume de sólidos simples: cubo, pirâmide regular. | 425 ou acima | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Reconhecem o centro e o raio de uma circunferência dada sua equação na forma reduzida e identificam, dentre várias equações, a que representa uma circunferência. | 425 ou acima | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Reconhecem a proporcionalidade de elementos lineares de figuras semelhantes. | 400-425 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Determinam o número de arestas de um poliedro, conhecidas suas faces. | 425 ou acima | 3ª EM | | - | - |
| Identificam o coeficiente angular de uma reta dada sua equação ou conhecidos dois de seus pontos. | 425 ou acima | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Estimam valores de uma mesma medida. | 175-200 | 4ª EF | x | Não | Não |
| Lêem horas e minutos em relógio digital. | 175-200 | 4ª EF | x | Não | Não |
| Lêem horas e minutos em relógios de ponteiros. | 200-250 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Lêem horas e minutos convertendo a duração de tempo. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Resolvem problemas envolvendo intervalos de tempo em situações cotidianas. | 175-200 | 4ª EF | x | Não | Não |
| Resolvem problemas com intervalo de tempo (meses). | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Identificam as moedas para trocar uma quantia pequena de dinheiro. | 200-250 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Realizam a conversão entre medidas de tempo (hora, dia, semana). | 200-250 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Realizam a conversão de kg para g; de l para ml. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Realizam a conversão de m para cm. | 300-350 | 4ª EF | x | Sim | Sim |

| Conhecimentos e Habilidades | Proficiência | | "Gap Educacional" | | |
|--|-----------------------|-------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Média de Proficiência | Série | Pré-Requisito | "Gap Educacional" em 2009 | "Gap Educacional" em 2019 |
| Calculam o perímetro de figura poligonal conhecendo a medida dos lados. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Reconhecem unidade de medida de área como o metro quadrado. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Estimam comprimento usando medidas não convencionais. | 250-300 | 4ª EF | | - | - |
| Operam com unidades de medidas não convencionais e reconhecem que quanto maior a medida, menor a unidade. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas de conversão de unidade de medida como, por exemplo, metro cúbico em litro. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Calculam área de regiões poligonais desenhadas em malhas quadriculadas. | 350-375 | 8ª EF | | - | - |
| Calculam volume de um bloco retangular. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Reconhecem partes de um todo em representações gráficas. | 125-150 | 4ª EF | x | Não | Não |
| Resolvem problemas do cotidiano envolvendo adições de pequenas quantias de dinheiro. | 150-175 | 4ª EF | x | Não | Não |
| Resolvem problemas do cotidiano envolvendo adição de números naturais e racionais com o mesmo número de casas decimais. | 175-200 | 4ª EF | x | Não | Não |
| Resolvem problemas envolvendo subtração de números racionais com o mesmo número de casas. | 200-250 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Resolvem problemas simples com as quatro operações . | 200-250 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Resolvem problemas que utilizam a multiplicação envolvendo a noção de proporcionalidade. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Resolvem problemas envolvendo mais de uma operação, incluindo o sistema monetário. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Resolvem problemas de composição e decomposição mais complexos (mais zeros e ordens). | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Resolvem problemas envolvendo divisão com resto ou multiplicação combinatória. | 300-350 | 4ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas envolvendo proporcionalidade. | 300-350 | 4ª EF | x | Sim | Sim |
| Calculam o resultado de uma adição e de uma subtração envolvendo números de até 3 algarismos, inclusive com recurso e reserva. | 175-200 | 4ª EF | x | Não | Não |
| Calculam o resultado de multiplicação com um algarismo. | 175-200 | 4ª EF | x | Não | Não |
| Identificam frações com apoio de representação gráfica. | 175-200 | 4ª EF | | - | - |
| Reconhecem o valor posicional do Sistema de Numeração Decimal. | 200-250 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Decompõem um número natural em suas ordens e vice-versa. | 200-250 | 4ª EF | | - | - |

| Conhecimentos e Habilidades | Proficiência | | "Gap Educacional" | | |
|---|-----------------------|-------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Média de Proficiência | Série | Pré-Requisito | "Gap Educacional" em 2009 | "Gap Educacional" em 2019 |
| Decompõem um número natural em agrupamentos de 1000. | 250-300 | 4ª EF | | - | - |
| Calculam o resultado de subtrações mais complexas com números naturais. | 200-250 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Calculam o resultado de multiplicações com números de 2 algarismos. | 200-250 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Calculam o resultado de divisões exatas por números de 1 algarismo. | 200-250 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Calculam o resultado de uma divisão por número de 2 algarismos, inclusive com resto. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Calculam resultado de porcentagem simples. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Identificam número natural em intervalo da reta numérica. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Reconhecem a composição/decomposição na escrita decimal, em casos mais complexos. | 250-300 | 4ª EF | | - | - |
| Comparam números racionais na forma decimal. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Localizam na reta numérica números inteiros, positivos, negativos e números racionais na forma decimal. | 250-300 | 8ª EF | x | Sim | Não |
| Identificam o sistema de equações de primeiro grau, expressas em uma situação dada. | 250-300 | 8ª EF | x | Sim | Não |
| Calculam resultados de operações de adição com números racionais e com diferentes casas decimais. | 300-350 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Calculam resultados de operações de potenciação com números inteiros, positivos e negativos. | 300-350 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Calculam resultados de operações de transformação de fração em porcentagens e vice-versa. | 300-350 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas simples envolvendo frações e porcentagens. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas de equação de segundo grau. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas que envolvem o conceito de proporcionalidade. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas de juros simples. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem expressão com números inteiros, positivos e negativos e, também, com números racionais. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas envolvendo as quatro operações, potências e raízes. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas com números inteiros positivos e negativos sem que os sinais estejam explicitados. | 375-400 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Comparam números racionais usando arredondamento. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Ordenam números inteiros, positivos e negativos e identificam o intervalo onde se encontra uma raiz quadrada não exata. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |

| Conhecimentos e Habilidades | Proficiência | | "Gap Educacional" | | |
|---|-----------------------|-------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Média de Proficiência | Série | Pré-Requisito | "Gap Educacional" em 2009 | "Gap Educacional" em 2019 |
| Resolvem problemas calculando o valor numérico de uma função e identificando uma função de 1º grau. | 300-350 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas calculando o resultado de uma divisão em partes proporcionais. | 300-350 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas de contagem envolvendo permutação. | 375-400 | 3ª EM | | - | - |
| Resolvem problemas de contagem com uma equação de 1º grau que requeira manipulação algébrica. | 375-400 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas utilizando a definição de PA e PG. | 400-425 | 3ª EM | | - | - |
| Resolvem problemas reconhecendo gráfico de uma função exponencial. | 400-425 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas distinguindo funções exponenciais crescentes e decrescentes. | 400-425 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas envolvendo funções exponenciais e equações exponenciais simples. | 400-425 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas de contagem mais sofisticados, usando o princípio multiplicativo. | 400-425 | 3ª EM | | - | - |
| Resolvem problemas reconhecendo gráficos de funções trigonométricas (seno, co-seno) e o sistema associado a uma Matriz. | 400-425 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas que requerem modelagem através de duas funções de 1º grau. | 425 ou acima | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Calculam a probabilidade de um evento em um problema simples. | 300-350 | 3ª EM | | - | - |
| Calculam a probabilidade de um evento usando o princípio multiplicativo para eventos independentes | 375-400 | 3ª EM | | - | - |
| Identificam em um gráfico de função o comportamento de crescimento/decrescimento. | 300-350 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Identificam em um gráfico de função os intervalos em que os valores são positivos ou negativos e os pontos de máximo ou mínimo. | 375-400 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Identificam em um gráfico de função que o ponto (a,b) é equivalente a $b = f(a)$. | 425 ou acima | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Identificam o gráfico de uma reta dada sua equação. | 300-350 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Identificam uma função linear que traduz a relação entre os dados em uma tabela. | 375-400 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Operam com polinômios na forma fatorada, identificando suas raízes e os fatores do 1º grau. | 375-400 | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Operam com números reais na reta numérica reconhecendo que o produto de dois números é menor do que cada um deles. | 400-425 | 3ª EM | x | Sim | Sim |

| Conhecimentos e Habilidades | Proficiência | | "Gap Educacional" | | |
|--|-----------------------|-------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Média de Proficiência | Série | Pré-Requisito | "Gap Educacional" em 2009 | "Gap Educacional" em 2019 |
| Calculam parâmetros desconhecidos de uma função a partir de pontos de seu gráfico. | 425 ou acima | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Resolvem equações utilizando as propriedades da função exponencial e reconhecendo o gráfico da função $y = tg x$ | 425 ou acima | 3ª EM | x | Sim | Sim |
| Utilizam o conceito de progressão aritmética (PA). | 250-300 | 3ª EM | | - | - |
| Utilizam o conceito de PG para identificar o termo seguinte de uma seqüência dada. | 300-350 | 3ª EM | | - | - |
| Lêem informações em tabelas e gráficos de colunas | 150-175 | 4ª EF | x | Não | Não |
| Interpretam gráfico de colunas através de leitura de valores no eixo vertical. | 175-200 | 4ª EF | x | Não | Não |
| Interpretam gráfico de setores, associando-os a dados em uma tabela. | 250-300 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Interpretam gráfico de linhas correspondentes a uma seqüência de valores (positivos e negativos). | 300-350 | 4ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas simples, usando dados em gráficos de barras ou tabelas. | 200-250 | 4ª EF | x | Sim | Não |
| Lêem tabelas de dupla entrada, como, por exemplo, dados de peso e altura. | 200-250 | 8ª EF | x | Sim | Não |
| Lêem tabelas com números positivos e negativos e identificam o gráfico de colunas correspondente. | 250-300 | 8ª EF | x | Sim | Não |
| Reconhecem gráficos de colunas referentes a dados apresentados de forma textual. | 300-350 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Reconhecem gráficos envolvendo regiões do plano cartesiano. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Reconhecem gráficos envolvendo colunas relativas a um gráfico de setor. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Reconhecem gráficos de linhas com duas seqüências de valores. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Reconhecem e estimam quantidades em gráficos de setores. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas de comparação entre gráficos de coluna. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Resolvem problemas de cálculo da média aritmética de um conjunto de valores. | 350-375 | 8ª EF | x | Sim | Sim |
| Interpretam tabelas de dupla entrada com dados reais. | 250-300 | 3ª EM | x | Sim | Não |

Fonte: INEP/MEC - SAEB - 2009.

Elaboração: Observatório Educacional - UNITRAB/SENAI-DN

Apêndice D – Questionários *Delphi* - Prospecção Tecnológica e Organizacional

| Tendências Organizacionais - Setor de Automação Industrial - Questionário Delphi | | | | | | |
|---|--|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Itens | Tendências Organizacionais | Grau de conhecimento sobre o assunto | Contexto 1 (mais otimista) | | Contexto 2 (mais pessimista) | |
| | | | Chances de ocorrência até 2014 | Chances de ocorrência até 2019 | Chances de ocorrência até 2014 | Chances de ocorrência até 2019 |
| 1 | Aumento da Importância do papel das integradoras, fornecedoras de serviços de engenharia e de TI, em detrimento ao papel de fabricantes de <i>hardware</i> . | | | | | |
| 2 | Uso do conceito <i>Open Innovation</i> pelas empresas do setor de automação industrial | | | | | |
| 3 | Formação de redes entre empresas do setor de automação industrial | | | | | |
| 5 | Uso de plataformas tecnológicas abertas (<i>softwares livres</i>) pelas empresas fornecedoras e usuárias. | | | | | |
| 6 | Crescimento das alianças estratégicas entre as empresas nacionais e estrangeiras do setor de automação industrial | | | | | |
| 7 | Aumento da participação relativa da área de software e serviços | | | | | |
| 8 | Aumento da fragmentação do processo produtivo associado à intensificação da cooperação interindustrial. | | | | | |

| Itens | Tendências Organizacionais | Grau de conhecimento sobre o assunto | Contexto 1 (mais otimista) | | Contexto 2 (mais pessimista) | |
|-------|--|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | | Chances de ocorrência até 2014 | Chances de ocorrência até 2019 | Chances de ocorrência até 2014 | Chances de ocorrência até 2019 |
| 11 | Incorporação da etapa de projeto pelas empresas usuárias de automação e terceirização da execução. | | | | | |
| 12 | Adoção de normas ambientais pela maioria das pequenas e micro empresas do setor de automação | | | | | |
| 13 | Adoção de normas industriais de segurança pela maioria das empresas do setor de automação | | | | | |
| 14 | Adoção intensiva de Normas Regulamentadoras (NBRs) pelas PMEs do setor de automação industrial | | | | | |
| 15 | Crescimento de empresas especializadas em normalização e padronização de projetos | | | | | |
| 16 | Adoção intensiva de sistemas de certificação de qualidade pelas pequenas e micro empresas do setor de automação industrial | | | | | |
| 17 | Adoção intensiva de certificações internacionais pelas médias e pequenas empresas do setor de automação. | | | | | |
| 18 | Criação de Departamento de Engenharia de Confiabilidade na maioria das empresas usuárias de automação | | | | | |
| 19 | Adoção intensiva de sistemas PLM (Product Lifecycle Management) pelas empresas usuárias de automação industrial | | | | | |

Tendências Tecnológicas - Setor de Automação Industrial – Questionário Delphi

| Tecnologias Emergentes Específicas | | Conhecimento do Respondente sobre o Tópico | Contexto 1 (mais otimista) | | | Contexto 2 (mais pessimista) | | |
|------------------------------------|---|--|--|------------------|------------------|--|------------------|------------------|
| | | | Taxa de Difusão da Tecnologia no Brasil considerando o <i>contexto 1</i> | | | Taxa de Difusão da Tecnologia no Brasil considerando o <i>contexto 2</i> | | |
| | | | Até cerca de 30% | Até cerca de 50% | Até cerca de 70% | Até cerca de 30% | Até cerca de 50% | Até cerca de 70% |
| 1 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Redes sem fio | | | | | | | |
| 2 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Redes Ethernet | | | | | | | |
| 3 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Redes Industriais de Periferia distribuída | | | | | | | |
| 4 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Comunicação Industrial baseada em TI | | | | | | | |
| 5 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Programas de segurança operacional (<i>safety machine</i>) | | | | | | | |
| 6 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistemas de Gerenciamento de Informação da Produção (<i>Plant Information Management System - PIMS</i>). | | | | | | | |
| 7 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistemas de Gerenciamento da Informação de Laboratórios (<i>Laboratory Information Management System - LIMS</i>) | | | | | | | |

| Tecnologias Emergentes Específicas | | Conhecimento do Respondente sobre o Tópico | Contexto 1 (mais otimista) | | | Contexto 2 (mais pessimista) | | |
|------------------------------------|--|--|---|------------------|------------------|---|------------------|------------------|
| | | | Taxa de Difusão da Tecnologia no Brasil considerando o contexto 1 | | | Taxa de Difusão da Tecnologia no Brasil considerando o contexto 2 | | |
| | | | Até cerca de 30% | Até cerca de 50% | Até cerca de 70% | Até cerca de 30% | Até cerca de 50% | Até cerca de 70% |
| 8 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistemas de Gerenciamento de Ativos (<i>Asset Management System - AMS</i>), para reunião de informações sobre o inventário da rede. | | | | | | | |
| 9 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de sistema de Gerenciamento Computadorizado da Manutenção (<i>Computerized Maintenance Management System - CMMS</i>) | | | | | | | |
| 10 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Ferramentas de Controle Estatístico de Processo integrado a equipamentos (<i>CEP On Line</i>) | | | | | | | |
| 11 | Uso, pelas empresas usuárias de automação industrial, de Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (SIGE) ou ERP (Enterprise Resource Planning) | | | | | | | |
| 12 | Uso, pelas empresas usuárias de automação industrial, de Sistemas de Execução da Produção (Manufacturing Execution System - MES) | | | | | | | |
| 13 | Uso, pelas empresas usuárias de automação industrial, de Sistema TPM (Manutenção Produtiva Total) para gestão de custos, MCC, gestão preditiva, preventiva e etc. | | | | | | | |

| Tecnologias Emergentes Específicas | | Conhecimento do Respondente sobre o Tópico | Contexto 1 (mais otimista) | | | Contexto 2 (mais pessimista) | | |
|------------------------------------|--|--|--|------------------|------------------|--|------------------|------------------|
| | | | Taxa de Difusão da Tecnologia no Brasil considerando o <i>contexto 1</i> | | | Taxa de Difusão da Tecnologia no Brasil considerando o <i>contexto 2</i> | | |
| | | | Até cerca de 30% | Até cerca de 50% | Até cerca de 70% | Até cerca de 30% | Até cerca de 50% | Até cerca de 70% |
| 14 | Uso, pelas empresas usuárias de automação industrial, de metodologia tipo 6 sigma | | | | | | | |
| 15 | Uso, pelas empresas usuárias de automação industrial, de ferramenta Failure Mode Effect Analysis (FMEA/FMECA) . | | | | | | | |
| 16 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistemas de Supervisão SCADA (<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>) | | | | | | | |
| 17 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistemas DCS | | | | | | | |
| 18 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Controles Híbridos (PLC + SDCD) para automação de processos | | | | | | | |
| 19 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistema de Gerenciamento de Alarmes , para detecção dinâmica, diagnóstico e correção de condições anormais ou de falhas em um processo. | | | | | | | |
| 20 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistemas Especialistas (ex: lógicas fuzzy e neuro fuzzy) | | | | | | | |

| Tecnologias Emergentes Específicas | | Conhecimento do Respondente sobre o Tópico | Contexto 1 (mais otimista) | | | Contexto 2 (mais pessimista) | | |
|------------------------------------|--|--|--|------------------|------------------|--|------------------|------------------|
| | | | Taxa de Difusão da Tecnologia no Brasil considerando o <i>contexto 1</i> | | | Taxa de Difusão da Tecnologia no Brasil considerando o <i>contexto 2</i> | | |
| | | | Até cerca de 30% | Até cerca de 50% | Até cerca de 70% | Até cerca de 30% | Até cerca de 50% | Até cerca de 70% |
| 21 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistemas EDDL/FDT-DTM/FDI para criação de linguagem de conversão | | | | | | | |
| 22 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistemas de automação baseado em PC (ex: soft PLC) | | | | | | | |
| 23 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de sistemas metrológicos ópticos | | | | | | | |
| 24 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de robôs para usinagem a laser | | | | | | | |
| 25 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de visão robótica aplicada. | | | | | | | |
| 26 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistema de Rastreabilidade RFID (<i>Radio-Frequency Identification</i>) | | | | | | | |
| 27 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistemas de Telemetria | | | | | | | |
| 28 | Uso, nas empresas usuárias de automação industrial, de Simuladores de Processos | | | | | | | |

| Tecnologias Emergentes Específicas | | Conhecimento do Respondente sobre o Tópico | Contexto 1 (mais otimista) | | | Contexto 2 (mais pessimista) | | |
|------------------------------------|---|--|---|------------------|------------------|---|------------------|------------------|
| | | | Taxa de Difusão da Tecnologia no Brasil considerando o contexto 1 | | | Taxa de Difusão da Tecnologia no Brasil considerando o contexto 2 | | |
| | | | Até cerca de 30% | Até cerca de 50% | Até cerca de 70% | Até cerca de 30% | Até cerca de 50% | Até cerca de 70% |
| 29 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, do conceito de fábrica virtual . | | | | | | | |
| 30 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistemas de Teleoperações | | | | | | | |
| 31 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Nanosensores de baixo custo que podem medir praticamente tudo | | | | | | | |
| 32 | Uso, nas empresas usuárias de automação industrial, de dispositivo FPGA (Field Programmable Gate Array) para processamento de informações digitais | | | | | | | |
| 33 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Sistema de Robótica Colaborativa | | | | | | | |
| 34 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de Robôs Autônomos (inteligência artificial) | | | | | | | |
| 35 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de robôs de montagem | | | | | | | |
| 36 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de robôs de soldagem | | | | | | | |
| 37 | Uso, em empresas usuárias de automação industrial, de máquinas High Speed Cutting no processo de usinagem | | | | | | | |

Apêndice E – Glossário de Termos

1) Tecnologias Emergentes Específicas - Descrição

- **Controle Estatístico do Processo (CEP)** é uma coleção de ferramentas, que auxiliando na diminuição da variabilidade do processo, permitem o alcance de um processo estável cuja capacidade pode ser melhorada. O **CEP On Line**, é uma ferramenta estatística capaz de possibilitar a todos os envolvidos com a produção, incluindo operadores, engenheiros, gerência de qualidade e de produção, o alcance, em tempo real, da melhoria contínua do desempenho do processo produtivo e a diminuição de sua variabilidade.
- **Controles Híbridos (PLC + SDCD)** destinado ao controle de processos onde possa existir uma predominância tanto de sinais analógicos quanto de sinais discretos. O controlador híbrido dispõe de capacidade lógica e tem a velocidade de um CLP tradicional, além das características de controle e a potência de um SDCD.
- **ERP (Enterprise Resource Planning):** ERP (*Enterprise Resource Planning*) ou SIGE (*Sistemas Integrados de Gestão Empresarial*, no Brasil) são sistemas de informação que integram todos os dados e processos de uma organização em um único sistema. A integração pode ser vista sob a perspectiva funcional (sistemas de: finanças, contabilidade, recursos humanos, fabricação, marketing, vendas, compras, etc) e sob a perspectiva sistêmica (sistema de processamento de transações, sistemas de informações gerenciais, sistemas de apoio a decisão, etc). Os ERPs em termos gerais, são uma plataforma de software desenvolvida para integrar os diversos departamentos de uma empresa, possibilitando a automação e armazenamento de todas as informações de negócios.
- **Failure Mode Effect Analysis (FMEA/FMECA):** A análise dos modos de falha e efeitos consiste num método de análise de projetos (de produtos ou processos, industriais e/ou administrativos). A técnica é usada para antecipar falhas que podem ocorrer em um produto, peça ou processo, permitindo atuar-se antecipadamente na causa para que a falha ou defeito não venha a ocorrer.
- **Programas de segurança operacional (safety machine):** Conjunto de medidas, procedimentos e práticas, integradas e documentadas, com o objetivo de garantir o gerenciamento efetivo e seguro das operações industriais, em conformidade com a legislação específica em vigor.
- **Redes sem fio:** se refere a uma rede de computadores sem a necessidade do uso de cabos – sejam eles telefônicos, coaxiais ou ópticos – por meio de equipamentos que usam radiofrequência (comunicação via ondas de rádio) ou comunicação via infravermelho, como em dispositivos compatíveis com IrDA. O uso da tecnologia vai desde transceptores de rádio como walkie-talkies até satélites artificiais no espaço. Seu uso mais comum é em redes de computadores, servindo como meio de acesso à Internet através de locais remotos como um escritório, um bar, um aeroporto, um parque, ou até mesmo em casa, etc. Sua classificação é baseada na área de abrangência: redes pessoais ou curta distância (WPAN), redes locais (WLAN), redes metropolitanas (WMAN) e redes geograficamente distribuídas ou de longa distância (WWAN).

Protocolos associados: Protocolo ZigBee, Protocolo Bluetooth, Protocolo Wireless Hart, Protocolos do padrão WiMAX, Protocolos do padrão Wi Fi, Protocolos de telefonia celular (Ex: GPRS, 3G, GSM).
- **Redes Ethernet:** é uma tecnologia de interconexão para redes locais - Local Area Networks (LAN) - baseada no envio de pacotes. Ela define cabeamento e sinais elétricos para a camada física, e formato de pacotes e protocolos para a camada de controle de

acesso ao meio (*Media Access Control* - MAC) do modelo OSI. A Ethernet foi padronizada pelo IEEE como 802.3.

Protocolos Associados: Protocolo TCP/IP, Protocolo Ethernet IP, Protocolo Modbus TCP, Protocolo Profinet, Protocolo HSE (*High Speed Ethernet*), Protocolo IEC 61850, Protocolo EtherCAT, Protocolo ControlNet

- **Sistema DCS (*Distributed Control System*):** Um sistema de controle distribuído (DCS) se refere a um sistema de controle geral de um sistema de produção, processo ou qualquer tipo de sistema dinâmico, em que o controlador não é elementos centrais no local (como o cérebro), mas estão distribuídos ao longo de todo o sistema, com cada componente do subsistema controlado por um ou mais controladores. Todo o sistema de controladores está ligado por redes de comunicação e acompanhamento. DCS é um termo muito usado em uma ampla variedade de indústrias, para monitorar e controlar equipamentos distribuídos, como redes de energia elétrica, produção de energia, sistemas de controle ambiental, sistemas de gestão da água, refino de petróleo, indústria farmacêutica, sensor redes, etc.
- **Sistemas de automação baseado em PC:** Neste sistema a maioria das funções de controle é executada no PC utilizando softlogic. Podem ser compostos por um ou mais PCs que podem dividir a tarefa de controle do processo. A arquitetura de um sistema de automação baseado em PC, normalmente consiste em dois computadores, sendo um utilizado como um softlogic, ou seja, efetua o controle no computador utilizando redes de campo para controle das entradas e saídas distribuídas e outro para o controle de procedimentos e operação.
- **Sistemas de Execução da Produção (MES):** É o sistema responsável pelo gerenciamento do processo de produção. Em muitos casos, por traduzir as definições de negócio em atividades da produção, acaba sendo a camada que integra os sistemas de gestão corporativa (ERP - *Enterprise Resources Planning*) aos diversos sistemas de produção (APS, PIMS, LIMS, RDB, SFC etc.).
- **Sistemas de Gerenciamento de Informação da Produção (PIMS):** São sistemas de aquisição de dados capazes de visualizar tanto os dados de tempo real como históricos do processo, eliminando as ilhas de informação e concentrando em uma única base de dados, informações sobre todas as áreas de uma planta. Esta base funciona com características superiores a um banco de dados convencional, com uma grande capacidade de compactação dos dados e alta velocidade de resposta à consulta em sua base histórica. Desta forma, é possível armazenar um grande volume de informações com recursos mínimos se comparado às soluções convencionais. Sua implementação é extremamente necessária para quem precisa de sistemas de gerenciamento inteligentes, trazendo grandes benefícios aos profissionais e ao negócio.
- **Sistema de Gerenciamento de Ativos (AMS):** São aplicativos que trabalham para reunir informação de sistemas conectados em sua rede. Cada usuário pode checar o sistema e obter informações sobre o inventário da rede. Isto permite conhecer a localização de cada componente da rede, mesmo que este tenha sua localização alterada dentro de ambiente.
- **Sistema de Gerenciamento Computadorizado da Manutenção (CMMS):** Os sistemas denominados CMMS desempenham funções como planejamento e programação da manutenção, geração e acompanhamento de ordens de serviço, histórico e monitoramento dos equipamentos, inventário, tanto dos equipamentos como de peças sobressalentes e material de consumo, apoio a suprimentos, além de controles específicos que variam de acordo com o tipo de equipamento (Dilger, 1998).
- **Sistema de Gerenciamento de Alarmes:** Permite o envio de alarmes para diferentes utilitários, permitindo aos usuários armazenar mensagens após reconhecimento de

alarmes. Permite, também, a criação de mensagens de alarmes em diferentes formatos, utiliza ferramenta de busca secundária e acessos por grupos ou tags. Além disso, pode armazenar os alarmes em arquivos, base de dados ou impressora, filtrar e ordenar alarmes para facilitar a interpretação visual.

- **Sistema de Manutenção Produtiva Total (TPM):** É um programa de manutenção que objetiva aumentar a produção. Esse sistema enfatiza a manutenção como uma parte necessária e vitalmente importante dos negócios. O tempo de parada para manutenção é agendado como parte da rotina de fabricação e, em alguns casos, como parte integrante do processo de fabricação. O objetivo é baixar ao mínimo as manutenções de emergência e não agendadas.
- **Sistema de Supervisão SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*):** são sistemas que utilizam software para monitorar e supervisionar as variáveis e os dispositivos de sistemas de controle conectados através de dispositivos específicos. Estes sistemas podem assumir topologia mono-posto, cliente-servidor ou múltiplos servidores-clientes. SCADA indica precisamente um sistema com cobertura geográfica, em alternativa a topologia DCS (*Distributed Control System*) que atua no mesmo campo, mas com características locais. A diferença é importante, porque no SCADA implica no gerenciamento dos protocolos de transmissão típicos de uma rede WAN (*Wide Area Network*) e com dados temporais mais complexos.
- **Sistema PLM (*Product Lifecycle Management*):** É o processo de gestão de todo o ciclo de vida de um produto desde a sua concepção, até o design e manufatura, para serviço e disposição. PLM integra pessoas, dados, processos e sistemas empresariais e fornece informações sobre produtos, uma espinha dorsal para as empresas.
- **Sistema de Rastreabilidade RFID (*Radio-Frequency Identification*):** Esta tecnologia permite identificar e rastrear um objeto, à distância graças a um rótulo que emite ondas rádio, unidas ou incorporadas no objeto. A tecnologia RFID permite a leitura dos rótulos mesmo sem linha de vista direta e pode atravessar finas camadas de materiais (pintura, neve, etc.). O rótulo radiofrequência (*transpondeur*, rótulo RFID), é composto por um chip ligado a uma antena, envolto num suporte (*RFID Tag* ou *RFID Label*). É lida por um leitor que capta e transmite a informação.
- **Sistemas de Telemetria:** São sistemas com capacidade de acesso remoto com o objetivo de medir/controlar grandezas à distância.
- **Simuladores de processo:** sistemas de realidade virtual que permitem prever o comportamento de um processo, projetar melhores instalações piloto e / ou industriais, analisar, simultaneamente, diferentes casos, variando valores de variáveis e otimizar condições operatórias de instalações já existentes ou novas.
- **Dispositivo FPGA (*Field Programmable Gate Array*):** Este tipo de componente é baseado na tecnologia gate array (porta matriz). O FPGA usa uma rede de portas lógicas, semelhante a uma matriz gate ordinária, mas cuja programação é feita pelo cliente e não pelo fabricante. FPGA's são normalmente programadas depois de terem sido soldadas a placa de circuito, de forma semelhante aos CPLD's maiores. Nos FPGA's grandes a configuração é volátil, e tem que ser recarregada no componente quando lhe é aplicada energia eléctrica ou diferentes funcionalidades são requeridas. A configuração é normalmente guardada numa configuração PROM EEPROM são programáveis embutidamente (tipicamente por JTAG).
- **Robôs de Montagem:** São robôs utilizados na movimentação, reunião e união de peças para montagem, podendo exigir o uso de garras e ferramentas especiais. As operações de montagem que envolvem os robôs não são muito simples, mas são relevantes devido, principalmente, a redução de custos da produção.

- **Robôs de Soldagem:** São robôs articulados que podem com facilidade simular os movimentos e ações de um ser humano na soldagem.

2) Serviços Técnicos e Tecnológicos²³

Linha

- **Desenvolvimento Tecnológico-** Corresponde ao uso do conhecimento técnico-científico para produzir novos materiais, equipamentos, produtos e sistemas ou efetuar melhorias nos já existentes.

Categorias

Desenvolvimento Experimental - *Trabalho sistemático de aplicação do conhecimento já existente, adquirido por meio da pesquisa ou de experiências práticas, que se destina a produzir novos materiais, produtos, sistemas ou métodos, melhorar os já produzidos e instalar novos procedimentos, sistemas ou serviços.*

Pesquisa aplicada - Trabalho executado com o objetivo de *desenvolver novos conhecimentos ou a compreensão dos já existentes, necessários para determinar os meios pelos quais se pode desenvolver e aprimorar produtos, processos ou sistemas, visando a satisfazer uma necessidade específica e reconhecida.*

Design - “Atividade especializada, de caráter técnico-científico, criativo e artístico, com vistas na concepção e no desenvolvimento de projetos de objetos e mensagens visuais que equacionem sistematicamente dados ergonômicos, tecnológicos, econômicos, sociais, culturais e estéticos, que atendam concretamente às necessidades humanas”.

Linha

- **Serviços Técnicos Especializados** - Serviços cuja rotina de execução já esteja padronizada, preferencialmente fundamentada em normas técnicas ou procedimentos sistematizados.

Categorias

Serviços Laboratoriais Serviços de calibração, dosagem, ensaio e/ou teste⁹ de desempenho para qualificação de produtos e processos, preferencialmente fundamentada em normas técnicas ou procedimentos sistematizados.

Serviços de Inspeção - Avaliação da Conformidade pela observação e pelo julgamento acompanhado, conforme apropriado, por medições, ensaios ou uso de calibres. Visa à determinação da conformidade a regulamentos, normas ou especificações e ao subsequente relato de resultados. A inspeção pode ser aplicada em áreas como segurança, desempenho operacional e manutenção da segurança ao longo da vida útil do produto. O objetivo principal é reduzir o risco do comprador, do proprietário, do usuário ou do consumidor (ex.: inspeção veicular, inspeção de equipamentos de segurança).

Serviços Operacionais - Realização de serviços (padronizados) de natureza técnica, voltados à implantação e à melhoria de processos produtivos e ao melhoramento de produtos, entre os quais aqueles relacionados à fabricação de peças¹¹ e manutenção de máquinas e equipamentos.

²³ Para maiores informações consultar: Classificação das ações do SENAI, 2006.

Linha

- **Assessoria Técnica e Tecnológica** - Atividades voltadas para a implementação de solução de problemas em empresas e instituições, visando à melhoria de sua qualidade e produtividade. Abrangem trabalhos de diagnóstico, recomendações e soluções de problemas no campo da gestão, da produção de bens e da execução de serviços.

Categorias

Assessoria e Consultoria em Gestão Empresarial - Conjunto de atividades relacionadas com diagnóstico, orientação e solução de problemas de gestão (exemplo: assessoria em implantação de sistemas de gestão pela qualidade total, assessoria em gestão de pessoas, assessoria em gestão estratégica, assessoria em gestão financeira e assessoria em gestão da logística).

Assessoria e Consultoria em Processo Produtivo - Atividades que abrangem trabalhos de diagnóstico, orientação e assessoria técnica voltadas à implantação, à otimização e à melhoria de processos e produtos, realizadas, em geral, de forma personalizada (customizada).

Assessoria e Consultoria em Saúde e Segurança no Trabalho - Refere-se a trabalhos de sensibilização e organização para a segurança e a saúde no trabalho, tais como: implantação de sistema de gestão baseado nas normas BS 8.800 e OHSAS 18.000, estruturação e organização de CIPA e SIPAT, confecção de mapas de riscos etc.

Assessoria e Consultoria em Meio Ambiente - Atividades que abrangem trabalhos de diagnóstico, orientação e solução de problemas na área do saneamento e do meio ambiente, tais como: apoio na utilização racional de recursos naturais, no uso de “tecnologias de produção mais limpa”, tratamento de efluentes, implantação de sistemas de gestão ambiental, segundo os requisitos das Normas Série ISO 14.000 etc.

Linha

- **Informação Tecnológica** - Atividade que engloba captação, tratamento e disseminação de todo tipo de conhecimento relacionado com o modo de fazer um produto ou prestar serviço para colocá-lo no mercado, sendo de natureza técnica, econômica, mercadológica, gerencial etc.

Categorias

Elaboração e Disseminação de Informações (Serviços de Documentação) - Busca, tratamento, elaboração, organização e disseminação de informações, que possibilitem a solução de necessidades de natureza técnica e tecnológica referentes a produtos, serviços e processos, favorecendo a melhoria contínua da qualidade e a inovação no setor produtivo.

Estudos de mercado - Estudos que objetivam a geração de informações e conhecimentos referentes à situação atual (*status quo*) e a tendências e transformações no ambiente socioeconômico, visando a fornecer subsídios para ajustes e modificações de natureza substantiva na política e na prática de empresas e instituições.

Eventos técnicos - Realização de palestras, *workshops*, seminários, congressos e similares, sobre temas técnicos específicos voltados para a competitividade das empresas e para a atualização e a troca de experiências em áreas de atuação do SENAI.

Linha

- **Certificação de Processos e de Produtos** - Atividades voltadas para o reconhecimento formal de conformidade de processos e de produtos.

Categorias

Certificação de Processos - Procedimentos por meio dos quais se reconhece formalmente que processos de empresas e instituições estão em conformidade com determinadas normas e padrões estabelecidos por organismos especializados, até mesmo em âmbito mundial.

Certificação de Produtos - Procedimentos por meio dos quais se reconhece formalmente que produtos de empresas e instituições estão em conformidade com determinadas normas e padrões estabelecidos por organismos especializados, até mesmo em âmbito mundial (exemplo: “Selos” do INMETRO, IBC, SENAI etc.)

3) Nível de Proficiência – PISA

- **Nível 3** – Em matemática os alunos são capazes de interpretar informações e dados estatísticos, associar diferentes fontes de informação, ter raciocínio básico com conceitos simples de probabilidades, símbolos e conversões e comunicar raciocínio. Em literatura são capazes de realizar leitura de complexidade moderada como, por exemplo, localizar informações múltiplas, estabelecer ligações entre partes diferentes de um texto e relacionar o texto aos acontecimentos do cotidiano. Em ciências são capazes de identificar questões científicas claramente definidas em uma série de contextos. Podem selecionar fatos e contextos para explicar fenômenos e aplicar modelos simples e estratégias de pesquisa. Podem interpretar e usar conceitos científicos de diferentes disciplinas e aplicá-los diretamente. Podem, também, dissertar sobre os fatos e tomar decisões baseadas em conhecimento científico.
- **Nível 2** – Em matemática os alunos são capazes de interpretar e reconhecer situações em contextos que não exigem nada além de interferência indireta. Conseguem extrair informações relevantes de uma única fonte e fazer uso de um modo único de representação. Empregam algoritmos, fórmulas, procedimentos ou convenções básicas. Conseguem raciocinar diretamente e fazer interpretações literais de resultados. Em literatura são capazes de realizar tarefas básicas de leitura como: localizar informação direta, fazer inferências de nível inferior, identificar o significado de um trecho específico de um texto e usar algum conhecimento externo para compreendê-lo. Em ciências possuem conhecimentos científicos razoáveis para fornecer explicações em contextos familiares ou para tirar conclusões baseadas em investigações simples. São capazes de refletir de forma direta e de realizar interpretações literais de resultados de pesquisas científicas ou de soluções de problemas tecnológicos.
- **Nível 1** – Em matemática os alunos são capazes de responder questões claramente definidas, envolvendo contextos conhecidos, onde todas as informações relevantes estão presentes. Conseguem identificar informações e executar procedimentos de rotina segundo instruções diretas em situações explícitas e realizam ações óbvias como respostas imediatas a determinados estímulos. Em literatura são capazes de complementar apenas as tarefas mais simples de leitura desenvolvidas para o PISA, tais como: localizar determinada informação em um texto, identificar o tema principal de um texto e realizar uma associação simples com conhecimentos do dia-a-dia. Em ciências demonstram conhecimentos científicos limitados de tal forma que só conseguem aplicá-los em poucas situações familiares. São capazes apenas de apresentar explicações científicas óbvias e de tirar conclusões de evidências apresentadas de forma explícita.

SENAI/DN
Unidade de Prospectiva do Trabalho – UNITRAB

Luiz Antonio Cruz Caruso
Gerente-Executivo
Revisão Técnica

Marcello José Pio
Elaboração

Grupo Executor

| | |
|-------------------------|------------|
| Andrés Sancho | ABB |
| Carlos Eduardo Pereira | UFRGS |
| Frederico Ramos Cesario | SENAI-BA |
| Igor André Krakheche | SENAI - RS |
| Paulo Villiger | Festo |
| Ricardo Naveiro | COPPE/UFRJ |
| Robert Gries | Siemens |
| Suzana Borschiver | EQ/UFRJ |
| Vanderlei Meireles | SENAI-SP |
| Wanderson Rainer | SENAI-GO |

Grupo Técnico

| | |
|-------------------------|-----------|
| Denise Cristina Rocha | SENAI-DN |
| Lorena Sinésio Teixeira | SENAI-DN |
| Márcio Guerra Amorim | SENAI-DN |
| Paulo Bastos Tigre | I.E./UFRJ |

SUPERINTENDÊNCIA CORPORATIVA – SUCORP
Unidade de Comunicação Social – UNICOM

Projeto Gráfico

SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS – SSC
Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND

Renata Lima
Normalização

Walner Pessoa
Produção Editorial

XXXXXXXXXXXXX
Revisão Gramatical

XXXXXX
Editoração