

# AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS E DEMANDAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO PARA UM CENTRO DE P&D&I

Leone Peter Correia da Silva Andrade, leone@fieb.org.br<sup>1</sup>

Markus Will, markus.will@ipk.fraunhofer.de<sup>3</sup>

Luis Alberto Breda Mascarenhas, breda@fieb.org.br<sup>1</sup>

Rafaela Campos da Silva, rcampos@ita.br<sup>2</sup>

Jefferson Oliveira Gomes, gomes@ita.br<sup>2</sup>

Eurídice Boa Morte Costa, euridicec@fieb.org.br<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SENAI CIMATEC – Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia, Avenida Orlando Gomes, 1845, Salvador, Bahia, Brasil, CEP: 41.650-010

<sup>2</sup>ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias, São José dos Campos, São Paulo, Brasil, CEP:12.228-900

<sup>3</sup>Fraunhofer IPK - Institute for Production Systems and Design Technology, Pascalstraße 8-9, Berlim, Alemanha, 10587

**Resumo:** Aumentar o desempenho das exportações, obter um maior grau de eficiência gerencial e produtiva, compatibilizar o crescimento econômico com a sustentabilidade ambiental, contribuir para o avanço do conhecimento e da tecnologia e capacitar recursos humanos para atuar no novo contexto produtivo são alguns dos desafios importantes a serem superados para que a indústria brasileira cresça em nível competitivo e ingresse nos próximos anos suficientemente fortalecida, para disputar uma maior inserção mercadológica mundial. A indústria de transformação é bastante representativa na economia brasileira. As atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação promovidos pelos centros tecnológicos são de grande importância para alavancar a competitividade desse segmento. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo mapear as principais oportunidades de atuação de um centro de P&D&I com vistas à oferta de soluções tecnológicas integradas que promovam a inovação, o desenvolvimento e a competitividade da indústria de transformação, na perspectiva de médio a longo prazo. Para alcançar o objetivo em questão, seguiu-se o princípio do planejamento estratégico, com foco na análise do ambiente externo à organização. Neste sentido, foram levantadas as megatendências globais e as demandas de curto, médio e longo prazo da indústria de transformação. Assim, derivaram-se as competências necessárias a serem desenvolvidas por um centro P&D&I para atender a indústria de transformação nos próximos vinte anos.

**Palavras-chave:** planejamento estratégico; indústria de transformação; centro tecnológico; prospecção tecnológica; megatendências.

## 1. INTRODUÇÃO

Aumentar o desempenho das exportações, obter um maior grau de eficiência gerencial e produtiva, compatibilizar o crescimento econômico com a sustentabilidade ambiental, contribuir para o avanço do conhecimento e da tecnologia e capacitar recursos humanos para atuar no novo contexto produtivo são alguns dos desafios importantes a serem superados para que a indústria brasileira cresça em nível competitivo e ingresse no próximo milênio, suficientemente fortalecida, para disputar uma maior inserção mercadológica mundial (CNI, 2012).

Nas últimas décadas, a fabricação evoluiu de uma forma de trabalho mecânico mais intensivo para um rico conjunto de processos baseados na integração de informações e tecnologia (fabricação avançada). Vários países têm priorizado este conceito, como é o caso dos EUA, Alemanha, China, Japão e Coreia do Sul. Está em discussão no Brasil a criação de uma plataforma de conhecimento para a fabricação avançada, que deve desenvolver novos produtos e processos, com um alto grau de inovação, a partir da conexão coordenada das tendências do mercado com a pesquisa básica. Por isso, vários projetos de pesquisa de longo prazo devem ser articulados em temas como: ferramentas automatizadas de controle, integração dos métodos de produção, sistemas virtuais de planejamento e controle da produção (conceitos da indústria 4.0), contribuindo para o Brasil alcançar novos níveis de produtividade e passar a liderar a inovação em áreas estratégicas.

A indústria de transformação é a base do processo de desenvolvimento de qualquer país. Ela está na agricultura, mineração, na terra ou no fundo do mar, criando produtos e serviços de valor agregado. A indústria que não evolui não consegue acompanhar os movimentos competitivos, agora efetivamente globalizados. Ganhar vantagem competitiva, então, implica não apenas em monitorar, mas em avançar e ultrapassar as fronteiras. E a única maneira conhecida para fazer isso é por meio da inovação.

Pelo fato de ser uma área transversal, que perpassa diferentes segmentos de produção, a indústria de transformação contribui para o desenvolvimento tecnológico e a consolidação de novos processos e produtos. Implantar uma

plataforma como esta no Brasil possibilita abordar uma perspectiva interdisciplinar, com grande poder de capilaridade entre diferentes campos do conhecimento, contribuindo da ciência básica até a produção em escala industrial.

Para a indústria brasileira não somente reduzir o seu declínio na participação do PIB, mas passar a ter uma produção com relevância internacional é essencial pensar estrategicamente e definir pilares, como: Manufatura Virtual (*design*, prototipagem virtual, operação de plantas e seus processos); Manufatura Inteligente (sistemas de produção inteligentes o suficiente para se auto gerenciar e operar sem interferência humana direta); Manufatura Aditiva (agiliza o processo de *design*, permitindo a concepção de produtos e componentes complexos e aplicação de novas soluções tecnológicas); Sistemas Autônomos (incorporação de sistemas capazes de executar tarefas básicas para a operação e integridade dos sistemas e unidades de forma autônoma); Sistemas de Sistemas (inteligência acoplada em uma nova perspectiva para os produtos que podem interagir com os seres humanos e entre si); Serviços Integrados para Produtos (aumenta significativamente o valor dos produtos através da incorporação de serviços que trarão mais utilidade para o usuário, para sua segurança e conforto, bem como economia de tempo e recursos para a sociedade).

Neste contexto, este artigo objetiva mapear, em um nível macro, as principais oportunidades de atuação de um centro de P&D&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) com vistas à oferta de soluções tecnológicas integradas que promovam o desenvolvimento e a competitividade da indústria de transformação, nas perspectivas de médio e longo prazo.

## 2. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

A palavra estratégia é proveniente do grego *strategos*, que significa “a arte do general”. No contexto empresarial, Thompson & Strickland (2000) definem estratégia como um conjunto de mudanças competitivas e abordagens comerciais que os gestores executam para alcançar o melhor desempenho da empresa.

Born (2008) parte do conceito de estratégia para definir o planejamento estratégico como um processo de geração de estratégias, que resulta em um produto formal - o plano estratégico - documento que sintetiza as intenções da organização em longo prazo.

No processo de planejamento incluem-se a identificação de oportunidades e ameaças no ambiente externo e as estimativas ou riscos para as alternativas discerníveis. Ainda nesse processo, e antes de estabelecer a estratégia, deve-se avaliar as forças e as fraquezas da organização e os recursos disponíveis (Mintzberg, 2003).

Nesse sentido, a administração estratégica pode ser sintetizada em etapas inter-relacionadas e interdependentes, que a alta administração deve realizar e apoiar (Ansoff & Mcdonnell, 1993):

- **Execução de uma análise do ambiente:** consiste em monitorar o ambiente organizacional, com o objetivo de identificar os riscos e as oportunidades presentes e futuras. O ambiente organizacional engloba os fatores internos e externos à organização, que podem influenciar o progresso obtido através da realização dos seus objetivos. O ambiente externo abrange componentes de natureza política, econômica, social, tecnológica, ambiental e legal, reunidas no acrônimo PESTEL (*political, economical, social, technological, environmental e legal*), além de clientes, fornecedores, concorrentes e agentes reguladores (Certo & Peter, 2005). No ambiente interno, por sua vez, são identificadas forças e fraquezas da organização a serem controladas, a fim de suportar o crescimento sustentável do negócio (Certo & Peter, 2005).
- **Estabelecimento de uma diretriz organizacional:** o estabelecimento da diretriz organizacional consiste na determinação da missão, visão e valores da organização.
- **Formulação de uma estratégia organizacional:** Formular estratégias é projetar e selecionar estratégias que levem à realização dos objetivos organizacionais. O enfoque central está em como obter vantagem competitiva. Na etapa de formulação são traçados cursos alternativos de ação para assegurar o sucesso organizacional.
- **Implementação da estratégia organizacional:** Na implementação da estratégia coloca-se em ação as estratégias desenvolvidas que emergiram das etapas anteriores. Devem ser considerados ainda nesta etapa os processos, os padrões, as formas de mensuração, os sistemas de controle a serem estabelecidos e o desenvolvimento da equipe de execução.
- **Controle estratégico:** O controle estratégico é um tipo de controle organizacional que se concentra na monitoração e avaliação do processo de administração estratégica no sentido de melhorá-lo e assegurar um funcionamento adequado.

## 3. MODELO IMPLANTADO

Para alcançar os objetivos do projeto, levando em consideração o seu escopo, segue-se o princípio do planejamento estratégico (Figura 1). Por um lado, o foco recai sobre a perspectiva interna, em que se analisa a situação atual da instituição, considerando as estratégias existentes, as competências disponíveis e a estrutura organizacional. Por outro lado, analisa-se o ambiente externo no qual se insere a organização, para verificar as oportunidades e ameaças que devem ser considerados no estudo, incluindo levantamento e análise das megatendências e tendências tecnológicas globais, do ambiente político, econômico, social e tecnológico nacional, bem como das demandas da indústria. Da combinação dos resultados das análises das duas perspectivas derivam-se futuras áreas de competência, além do arcabouço da lógica organizacional.



Figura 1. Abordagem do projeto quanto ao conteúdo.

A abordagem adotada com relação ao horizonte temporal apresenta-se na Figura (2). A partir da combinação das demandas regionais atuais e das tendências globais de longo prazo é possível identificar as demandas nacionais de médio prazo. Baseando-se nas diferentes demandas e no respectivo horizonte de tempo, cria-se uma visão para a organização que, reunida com as atuais áreas de competência, deriva as futuras áreas de competência aptas a atender as demandas nacionais de médio e longo prazo.

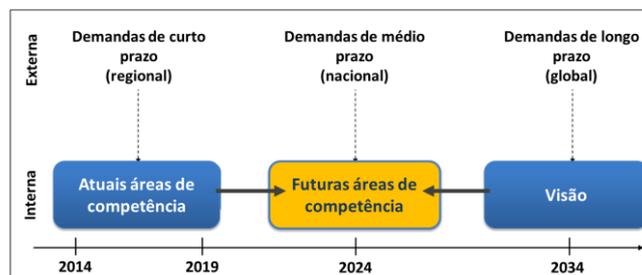


Figura 2. Abordagem do projeto quanto ao horizonte temporal.

#### 4. ESTUDO DE CASO

No presente trabalho, o foco do estudo de caso é a análise do ambiente externo da instituição para a definição das futuras áreas de competência alinhadas às demandas de médio e longo prazo da indústria de transformação. Assim, seguiu-se a abordagem ilustrada na Figura (3). Inicialmente foi feita uma caracterização (descrito em 4.1), em nível macro, da instituição em estudo, apresentando seu posicionamento no sistema de inovação nacional e seu modelo de negócios. Com base nas megatendências globais (descritas em 4.2) identificadas através de pesquisa bibliográfica, as tendências políticas, econômicas, sociais e tecnológicas do ambiente nacional de negócios relevantes para a organização foram identificadas, discutidas e analisadas com relação ao seu impacto sob a prestação de serviços de P&D&I (descrito em 4.3). Em seguida, foi analisada a demanda de longo prazo da indústria de transformação, em perspectiva global, com relevância para o centro, levando em consideração oito tendências globais em tecnologia cuidadosamente pesquisadas (descrito em 4.4). Depois, o foco recaiu sob a demanda de médio a longo prazo da indústria nacional (descrito em 4.5), seguida pela análise da demanda de curto a médio prazo da indústria regional (descrita em 4.6). Por fim, derivaram-se as áreas de competência que o centro deverá desenvolver nos próximos anos para atender às demandas de médio a longo prazo da indústria de transformação (descrito em 4.7).

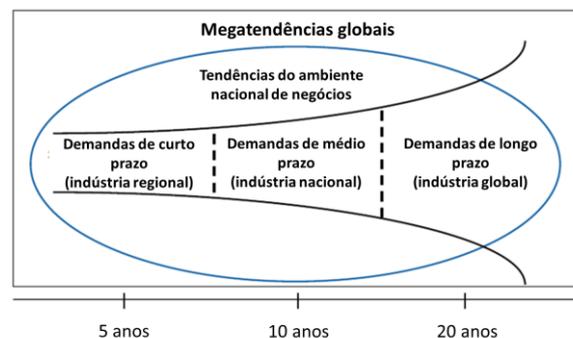
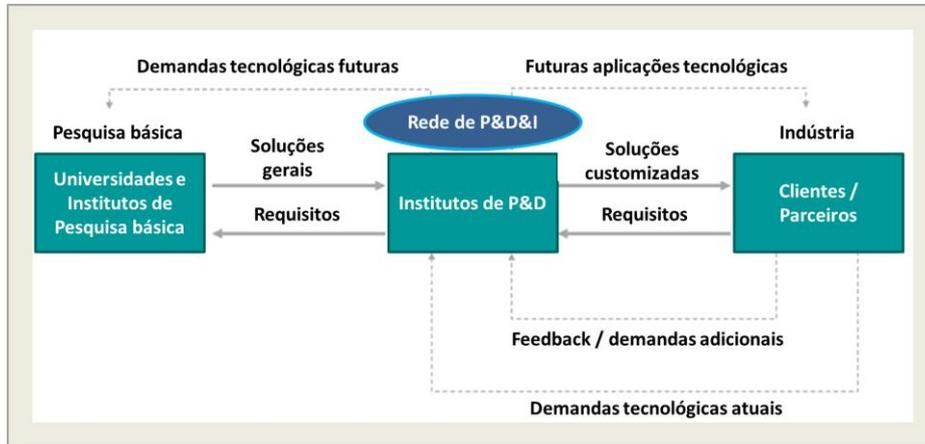


Figura 3. Das demandas atuais às demandas futuras, à luz das principais tendências no ambiente nacional de negócios e das megatendências globais.

**4.1. Caracterização macro do objeto do estudo de caso**

Inicialmente, é importante entender o contexto em que o centro de P&D&I, objeto deste estudo de caso, é inserido, entender quais são os concorrentes, o seu papel no ambiente de pesquisa, identificar claramente o seu mercado e como o centro se relaciona com o seu mercado. A Figura (4) mostra o posicionamento do centro de P&D&I no sistema de inovação brasileiro. O centro P&D&I analisado, SENAI CIMATEC, localiza-se no estado da Bahia e é parte da rede nacional do SENAI, formada pelos institutos de tecnologia e inovação.



**Figura 4. Posicionamento de um centro de P&D&I no sistema de inovação brasileiro.**

O centro em questão está estruturado em forma matricial e inclui em seu modelo três dimensões principais de negócios: áreas de negócios, setores industriais e áreas de competência, como mostrado na Figura (5). As áreas de negócios são os macroprocessos do centro e estão divididas em educação profissional, centro de tecnologia e ensino superior. O ensino superior, por sua vez, é subdividido nas áreas de graduação e pós-graduação. A pós-graduação, juntamente com o centro tecnológico, são responsáveis por projetos de pesquisa e inovação. Os setores industriais definem o foco do centro de P&D&I, eles representam as demandas do mercado. Para algumas competências, o mercado ultrapassa as fronteiras do estado e podem atender a nível nacional e, em alguns casos, a nível internacional. A outra dimensão corresponde às áreas de competência ou, simplesmente, competências.

As áreas de competência são agregadas nas áreas de negócios da instituição, para que sejam oferecidos serviços aos setores da indústria de transformação e seja criado valor (à esquerda da Figura 5). No âmbito do processo de planejamento estratégico, as questões interdependentes sobre as três dimensões devem ser respondidas (à direita da Figura 5), começando com os setores da indústria.



**Figura 5. Abordagem de criação de valor orientada para a demanda**

**4.2. Megatendências globais**

Megatendências globais são processos de transformação de longo prazo com amplo escopo e dramático impacto para os futuros mercados. Existem três características nas quais as megatendências diferem das outras tendências.

- **Horizonte de tempo:** As megatendências podem ser observadas ao longo de décadas. Elas podem ser projetadas para, pelo menos, quinze anos à frente.
- **Alcance:** As megatendências têm um impacto abrangente sobre todas as regiões e subsistemas sociais, seja na política, na sociedade ou na economia.
- **Intensidade do impacto:** As megatendências têm um poderoso e amplo impacto sobre todos os atores, sejam eles governos, indivíduos e seus padrões de consumo, ou corporações e suas estratégias.

Na Figura (6) são descritas cinco megatendências globais atuais contendo as características descritas acima e com relevância para o futuro desenvolvimento do centro:

GLOBALIZAÇÃO	DESENVOLVIMENTO DEMOGRÁFICO	MEIO AMBIENTE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Em parte por causa da dependência em energia, as diferenças de poder entre países industrializados e em desenvolvimento diminuem;</li> <li>• Os países do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China) continuam a ser os principais atores no que diz respeito ao crescimento global. Porém, países como a Turquia, o México, Egito, Irã e Vietnã têm potencial para se tornarem grandes rivais;</li> <li>• A fim de minimizar custos, as cadeias de valor já estão separadas geograficamente. Por meio da internet, os serviços também se tornaram globalmente móveis;</li> <li>• Problemas políticos e econômicos, como a crise financeira e o terrorismo, são resolvidos globalmente;</li> <li>• Tendência de globalização: estratégias globais com adaptação local.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O crescimento da população global (até 9 bilhões de pessoas em 2050) ocorre principalmente nos países em desenvolvimento;</li> <li>• Como consequência disso e devido à escassez de commodities como a água, a migração de países mais pobres para países mais ricos irá aumentar;</li> <li>• Por outro lado, a população nos países industrializados e em alguns países em desenvolvimento ficará mais velha e irá decrescer;</li> <li>• Dessa forma, os países industrializados enfrentam déficits financeiros em seu sistema de pensões e previdência, enquanto aumentam os custos de assistência médica e as despesas com a prestação de cuidados de saúde;</li> <li>• Mercado da Terceira Idade: Principal crescimento de produtos de consumo nos setores de saúde e lazer;</li> <li>• As empresas são desafiadas pela fuga de cérebros e pela gestão da diversidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As tecnologias ambientais podem se tornar motivadores essenciais para as economias: gestão sustentável de recursos hídricos, mobilidade, geração de energia verde e tecnologias eficientes têm potencial de crescimento;</li> <li>• Recursos escassos e o aumento de preços das matérias-primas levam a técnicas que aumentam a produtividade de energia e recursos, desenvolvimento de materiais otimizados, além de novas tecnologias e produção eficiente;</li> <li>• As empresas enfrentam uma maior responsabilidade ambiental. Emissões de CO<sub>2</sub> devem ser tratadas como mercadoria;</li> <li>• A energia solar é a mais importante fonte de energia no mundo. A Europa está aconselhada a se concentrar na produção de energia eólica e hidrelétrica, e num sistema de fornecimento descentralizado de energia;</li> <li>• Os veículos elétricos ainda enfrentam alguns obstáculos relativos ao preço, facilidade de uso e distância operacional causada pela capacidade insuficiente da bateria e pela falta de infraestrutura. No entanto, as perspectivas futuras são positivas;</li> <li>• Considera-se que haverá uma forte competição entre países e regiões por tecnologia de ponta em tecnologias verdes</li> </ul>
<p data-bbox="199 1025 536 1048"><b>DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A convergência de tecnologias e áreas de pesquisa se tornará mais importante – por exemplo, a disciplina “NBIC” (nano e biotecnologia, tecnologia da informação e ciências cognitivas):             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miniaturização de tecnologias / nanotecnologia;</li> <li>• Inteligência Ambiental;</li> <li>• Robótica;</li> <li>• Biotecnologia e engenharia genética;</li> <li>• Biônica;</li> <li>• Computação em nuvem;</li> <li>• Individualização leva à personalização em massa;</li> <li>• Tecnologias verdes;</li> </ul> </li> </ul>	<p data-bbox="976 1178 1043 1200"><b>SAÚDE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O nível dos cuidados médicos aumenta no mundo</li> <li>• Economização: o setor de saúde privada é um modelo para fornecedores públicos. A concorrência aumenta;</li> <li>• O cuidado de idosos e um aumento nas doenças crônicas, como a obesidade, o diabetes e alergias, aumentam os custos da assistência médica;</li> <li>• Em comparação com as mudanças demográficas, o impacto dos avanços tecnológicos sobre o aumento de despesas é muito maior;</li> <li>• A tendência é de maior responsabilidade individual pela própria condição médica;</li> <li>• A conscientização em relação à saúde levou à convergência de mercados e muitos novos produtos, especialmente nas áreas de nutrição, produtos farmacêuticos e cosméticos.</li> </ul>	

Figura 6. Megatendências globais relevantes para o centro.

#### 4.3. Tendências no ambiente negócios nacional

Acrescentando mais um passo às megatendências globais, o ambiente nacional de negócios foi analisado com relação às oportunidades e ameaças para a organização. Ao longo da análise, as seguintes dimensões foram consideradas, seguindo a abordagem da análise PEST: tendências políticas, tendências econômicas, tendências sociais e tendências tecnológicas.

Os resultados das oficinas de trabalho para cada dimensão estão sumarizados na Figura (7). Para cada dimensão, estão listadas as diferentes tendências e seus impactos com relação à prestação de serviços de P&D&I por parte da instituição. Impactos positivos são representados pelo sinal “+” e impactos negativos pelo sinal “-“. Quanto mais “+” e “-“ são mostrados, maior é o impacto da tendência sobre a respectiva área de atuação.

Tendências Políticas		Tendências Tecnológicas	
Embrapii e Pronatec	++	Programas de competitividade do SENAI ampliados	++
Ciências sem fronteiras	+	MEC: pólos de inovação	+
Aumento das despesas com P&D governamental e ensino	++	Novas tendências globais de tecnologia em que o Brasil pode participar	+
Incentivos para o empreendedorismo e TI (Startup) Brasil	+	Evolução da impressão em 3D leva à nova indústria	+
Instabilidade das condições estruturais amedronta investidores privados	-	Pré-sal induz demanda por tecnologia	++
Isolamento do Brasil devido à sua atuação política (ex. parceria com países que não se alinham com os EUA)	-	Smart grid e desenvolvimento de energia eficiente (energia solar e eólica)	+
Parcerias para compensar o isolamento (commodities são de maior importância para parceiros atuais)	+	Grande potencial na indústria de mineração com tecnologias sofisticadas	+
<b>Tendências Econômicas</b>		Simulação numérica substitui protótipos reais e testes	+
As reservas do pré-sal têm um efeito positivo sobre a economia como um todo	++	Redes sociais para novos produtos de educação	+
Risco de focar apenas no setor de petróleo e gás	-	Crescente tendência de inovação aberta na indústria	+
Inovar Auto	+	<b>Tendências Sociais</b>	
Programas específicos de apoio à defesa, saúde e energias renováveis	+	Demografia: expectativa de vida mais longa	+
Aumento das exportações brasileiras	+	Economia verde está se desenvolvendo devido à biodiversidade única do Brasil	+
Brasil deixado de fora de acordos de comércio (EUA e EU)	-		
Acordo do BRICS como contramedida (commodities)	+		
Indústria automotiva tem a oportunidade de lucrar com o déficit de mobilidade coletiva	+		

Figura 7. Tendências nacionais relevantes para o centro, sob a abordagem PEST.

#### 4.4. Demandas de longo prazo - Indústria Global

Para estimar a demanda futura da indústria de transformação para a instituição, oito tendências tecnológicas globais foram apresentadas e discutidas. Essas tendências tecnológicas foram identificadas através de extensa pesquisa e análise sistemática de numerosas fontes: ATV (2013), Capgemini (2011), CSC (2012), Deloitte (2013), Fraunhofer Gesellschaft (2013), Frost & Sullivan (2011), IBM (2013), KPMG (2013), McKinley (2013) e McKinsey (2013). Elas são tecnologias que já substituem ou irão substituir velhas: energia renovável, armazenamento avançado de energia, internet móvel, computação na nuvem, internet das coisas, robótica avançada, nanotecnologia e impressão 3D. Nos subtópicos a seguir serão descritas as potenciais aplicações dessas tendências tecnológicas.

##### Energia Renovável

Energia renovável é aquela obtida de recursos naturais e pode ser gerada através de diferentes tecnologias: eólica; hidroelétrica; fotovoltaica e solar térmica; biocombustível e biomassa; e energia geotérmica. As potenciais aplicações de energias renováveis são: geração de eletricidade; sistema de dessalinização; aquecimento da água; e sistemas de ar condicionado.

##### Armazenamento avançado de energia

Os sistemas de armazenamento de energia convertem eletricidade para uma forma que pode ser armazenada e convertida de volta em energia elétrica: hidrelétrica de armazenamento bombeado; armazenamento de energia em ar comprimido; baterias (íon de lítio, chumbo-ácido etc.); armazenamento de energia em força motriz; armazenamento de energia magnética supercondutora; supercapacitores; e células de combustível. As potenciais aplicações são: redes elétricas e energia distribuída; transporte com propulsão elétrica; e dispositivos móveis.

##### Internet Móvel

A internet móvel é uma combinação de dispositivos móveis de computação, conectividade sem fio de alta velocidade e aplicativos. Desenvolvimentos futuros trarão: maior poder de processamento e conectividade; dispositivos menores e novos (ex.: Google glass); uso mais intuitivo (ex.: reconhecimento de movimentos); e integração de novos tipos de sensores. Potenciais aplicações: serviços adaptados ao local (especialmente); informação; bancos; educação; e saúde.

##### Computação na nuvem

A computação na nuvem é um modelo que permite acesso em rede sob demanda a um conjunto compartilhado de recursos de computação configuráveis que podem ser rapidamente provisionados e liberados com um mínimo de esforço gerencial ou interação com provedor de serviços. As aplicações da computação em nuvem são: Infraestrutura como Serviço (IaaS); Plataformas como Serviço (PaaS); e Programas como Serviço (SaaS).

##### A internet das coisas

A internet das coisas (IoT) pode ser definida em linhas gerais como uma infraestrutura de rede global que integra o mundo físico e o mundo virtual da internet ligando objetos físicos e virtuais, coisas e dispositivos, com identificação única, através de: exploração de captura de dados (sensoriamento); comunicação; e capacidade de acionamento.

Potenciais aplicações são: estudo de comportamento; consciência situacional aumentada; análise de decisões baseada em sensores; otimização de processos; consumo otimizado de recursos; e sistemas autônomos complexos.

### Robótica Avançada

Dispositivos que são grandemente ou em parte autônomos, que interagem fisicamente com as pessoas ou o ambiente e são capazes de modificar o próprio comportamento com base em dados de sensores. Os atributos singulares de um robô avançado são: mobilidade; manipulação; controle; cognição; e interfaces com o mundo real. A aplicação dos robôs avançados é muito ampla e vai de robôs industriais aos robôs de lazer.

### Nanotecnologia

A nanotecnologia é a aplicação de conhecimento científico à manipulação e ao controle de materiais numa escala manométrica, para que se possa fazer uso de propriedades e fenômenos que dependem de tamanho e estrutura, mas que são diferentes daqueles associados a átomos ou moléculas, ou a materiais volumosos. Existem três categorias gerais na comercialização da nanotecnologia: materiais nanoestruturados; nanoferramentas; e dispositivos nanométricos de impressão em 3D. A nanotecnologia pode ser aplicada de várias maneiras, como: ferramentas de diagnóstico e tratamentos para câncer; purificação da água; e baterias de carregamento rápido com alta densidade de energia.

### Impressão 3D

A impressão 3D ou manufatura aditiva é um processo de fabricação de objetos sólidos tridimensionais de praticamente qualquer formato, pela deposição de camadas sucessivas de um determinado material em diferentes formas. As aplicações industriais incluem prototipagem rápida, fabricação rápida, customização em massa e produção em massa.

## 4.5. Demandas de médio a longo prazo - Indústria Nacional

Na oficina de trabalho sobre demandas de médio a longo prazo, quatorze diferentes setores da indústria nacional prioritários para a organização foram identificados. Os setores da indústria identificados e suas respectivas principais demandas encontram-se na Tabela (1). As demandas específicas para cada um dos setores da indústria nacional foram descritas e combinadas a megatendências globais e tendências tecnológicas. As demandas que correspondem a megatendências globais e tendências tecnológicas estão em negrito.

**Tabela 1. Demandas de médio a longo prazo da indústria nacional para o centro.**

Setor da indústria	Demandas de médio a longo prazo (correspondência com tecnologias globais em negrito)
Energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tecnologias de Energias Renováveis (solar, hidrelétrica etc.)</b></li> <li>• Tecnologias de Exploração Avançada para Combustíveis Fósseis (pré-sal, gás de xisto etc.)</li> <li>• Tecnologias e Equipamentos de Manutenção e Reparo (ex.: robôs submarinos)</li> <li>• <b>Sistemas e Componentes Avançados de Gerenciamento de Energia (geração, armazenamento, distribuição, recuperação)</b></li> </ul>
Automotivo e Metalmeccânica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organização Otimizada da Produção (enxuta)</li> <li>• <b>Processos Avançados de Usinagem (ex.: usinagem a laser)</b></li> <li>• <b>Materiais Leves</b></li> <li>• Simulação Numérica e Virtualização (ex.: prototipagem)</li> <li>• Software de Bordo para Segurança, Navegação e Entretenimento</li> <li>• <b>Componentes para Veículos Elétricos</b></li> </ul>
Químico e Petroquímico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Química Verde</b></li> <li>• Serviços de Logística Reversa</li> <li>• Otimização de Processos de Produção (eficiência)</li> <li>• <b>Controle de Emissões</b></li> <li>• <b>Biocombustíveis</b></li> <li>• <b>Substâncias Favoráveis ao Meio-Ambiente</b></li> </ul>
TI, Comunicações e Eletrônica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Virtualização de Controle e Automação</b></li> <li>• Tecnologias de Identificação e Acompanhamento sem Contato (ex.: RFID, reconhecimento biométrico)</li> <li>• <b>Aplicativos em Plataforma</b></li> <li>• <b>Realidade Aumentada em tempo real (Real-time Augmentation)</b></li> <li>• <b>Dispositivos Móveis (ex.: Google Glass)</b></li> </ul>
Construção e Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Construção Verde</b></li> <li>• <b>Certificação de Edifícios Verdes</b></li> <li>• Modelagem de Informações para a Construção</li> <li>• Construção Enxuta</li> <li>• Infraestrutura da Construção</li> </ul>
Agronegócio e Alimentos & Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Agricultura Inteligente</b></li> <li>• Sensores e Automação para Agricultura de Alta Precisão</li> <li>• <b>Embalagens Ativas e Inteligentes (funcionais)</b></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Métodos de Segurança Alimentar</b></li> <li>• Alimentos Conservados</li> <li>• <b>Novos Materiais para a Indústria Alimentícia</b></li> </ul>
<b>Mineração</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamentos Geológicos</li> <li>• Recuperação de Minérios de Baixos Teores (resíduos)</li> <li>• <b>Captação de Energia</b></li> <li>• Processos Tecnológicos para a Exploração de Materiais Geológicos Raros</li> <li>• Processos para a Utilização de Resíduos da Mineração</li> </ul>
<b>Saúde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Robôs para Cirurgia</b></li> <li>• <b>Dispositivos para Controle da Saúde &amp; Saúde Sem Fio</b></li> <li>• Sensores para a Saúde</li> <li>• Grandes Dados &amp; Interoperabilidade de Dados</li> <li>• <b>Novos Materiais para Implantes e Impressão 3D (ex.: órgãos)</b></li> <li>• <b>Administração Avançada de Medicamentos</b></li> </ul>
<b>Naval &amp; Offshore</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processos Avançados de União (híbridos)</li> <li>• Simulação de Conformação de Metais</li> <li>• Plataformas Autônomas</li> </ul>
<b>Defesa &amp; Aeronáutica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processos Avançados de União (híbridos)</li> <li>• <b>Materiais Leves</b></li> <li>• Sistemas Embarcados / Integração de Sistemas</li> <li>• Materiais de Blindagem e Ocultação</li> <li>• <b>Soldados Robôs Autônomos</b></li> <li>• Análise de Grandes Dados</li> </ul>
<b>Provedores de Educação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Técnicas de Ensino à Distância</b></li> <li>• Modelos de Negócios para Ensino à Distância</li> <li>• Jogos Educativos</li> <li>• <b>Interoperabilidade de Dados e Conteúdo Móvel</b></li> <li>• <b>Traga o seu Próprio Dispositivo (BYOD)</b></li> </ul>
<b>Farmacêutico &amp; Cosméticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Novos Produtos com Nanopartículas para Tratamento Estético</b></li> <li>• Uso da Biodiversidade para Lançamento de Novos Produtos</li> </ul>
<b>Serviços Públicos &amp; Água</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tecnologia de Redes Inteligentes</b></li> <li>• Tecnologia de Detecção de Pequenos Poluentes</li> <li>• Gestão de Segurança da Água Potável</li> </ul>
<b>Metalúrgico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Novos Materiais (ligas especiais)</b></li> <li>• Processamento a Laser e Materiais de Alta Precisão</li> <li>• <b>Prevenção de Resíduos</b></li> <li>• Simulação, Modelagem e Teste</li> <li>• Automação e Robotização</li> </ul>

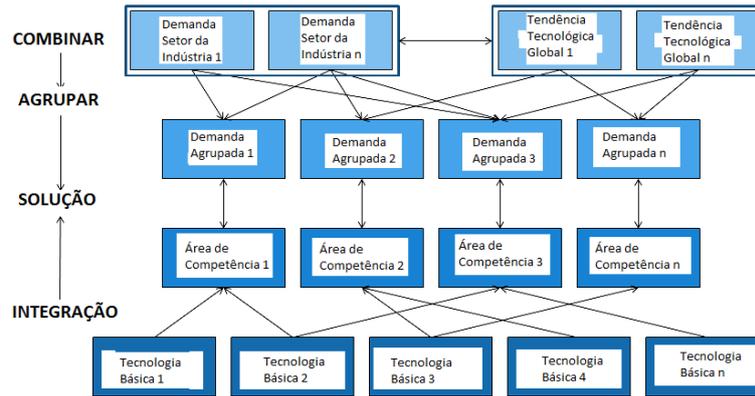
#### 4.6. Demanda de curto a médio prazo - Indústria Regional

No âmbito do levantamento da demanda regional, foram identificados sete setores da indústria regional baiana prioritários para o centro na perspectiva de curto a médio prazo. São eles: energia; automotivo e metalmeccânica; químico e petroquímico; tecnologia da informação, comunicação e eletrônica; construção e infraestrutura; agronegócio e alimentos e bebidas; e mineração.

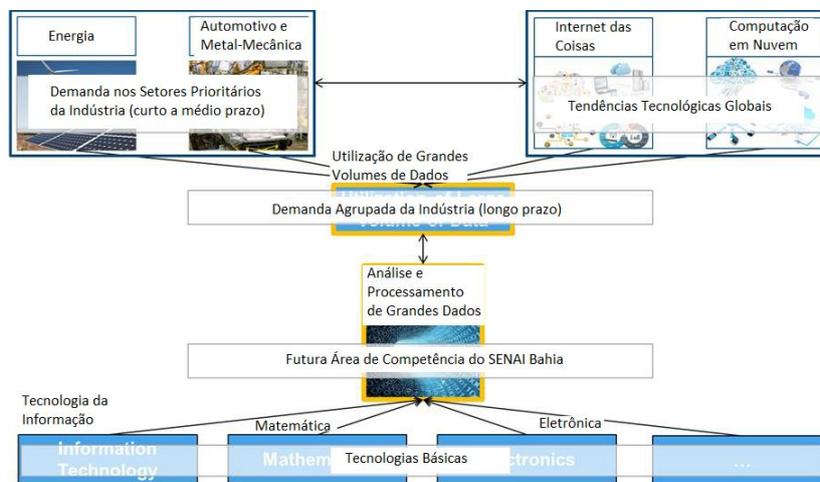
#### 4.7. Áreas de competência

No âmbito do projeto, as futuras áreas de competência da instituição foram elaboradas tendo em vista a demanda de longo prazo, as competências existentes na organização e a análise de resultados com relação aos setores da indústria prioritários. Para a elaboração das futuras áreas de competência, a abordagem genérica ilustrada na Figura (8) foi utilizada. Seguindo esta abordagem, demandas semelhantes de curto a médio prazo de diferentes setores da indústria prioritários para a instituição são combinadas às tendências tecnológicas globais relevantes para as respectivas demandas e depois agrupadas a demandas de longo prazo da indústria. Para atender a essas demandas agrupadas e entregar soluções para os respectivos setores da indústria, várias tecnologias básicas devem que ser integradas às áreas de competência, em que serviços e soluções tecnológicas são fornecidas à indústria.

A Figura (9) ilustra o exemplo de processo de elaboração da futura área de competência “análise e processamento de grandes dados”. Neste exemplo, as demandas de curto a médio prazo dos setores da indústria “energia” e “automotivo e metalmeccânica” são combinadas às tendências tecnológicas “internet das coisas” e “computação em nuvem”, e então agrupadas à demanda de longo prazo da indústria “utilização de grandes volumes de dados”. Para atender a esta demanda, entre outras tecnologias básicas, “tecnologia da informação”, “matemática” e “eletrônica” são integradas à futura área de competência “análise e processamento de grandes dados” para permitir que o centro forneça soluções adequadas aos respectivos setores da indústria e atenda à demanda agrupada de longo prazo.



**Figura 8. Abordagem genérica para a elaboração de futuras áreas de competência.**



**Figura 9. Exemplo de Processo de elaboração de futuras áreas de competência.**

Aplicando-se a abordagem descrita de forma genérica (Figura 8) e no exemplo acima (Figura 9), dez futuras áreas de competência do centro de P&D&I, para atender às demandas da indústria de transformação, foram elaboradas no âmbito do projeto: desenvolvimento de produtos; prototipagem e teste; simulação; design / desenvolvimento de materiais; fabricação / processo de desenvolvimento; sistemas de sistemas; automação e soluções robóticas; análise e processamento de grandes dados; gestão industrial; e garantia e certificação de qualidade.

## 5. CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido possibilitou mapear, de maneira estruturada, as principais competências a serem desenvolvidas por um centro de P&D&I para atender às demandas da indústria de transformação de médio a longo prazo, contribuindo para o aumento de competitividade da indústria brasileira. A definição das áreas de competência, baseada na demanda e nas tendências, assegura o desenvolvimento interdisciplinar orientado para o mercado e a liderança tecnológica nos próximos vinte anos.

Além do método, ao descrever as megatendências globais e as demandas de longo prazo da indústria o trabalho apresenta uma contribuição relevante para o meio acadêmico e industrial. Sugere-se, para pesquisas futuras, o envolvimento de especialistas para a identificação das megatendências globais e para a validação dos resultados obtidos com este trabalho.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao SENAI Bahia por ter viabilizado a cooperação com o Instituto Fraunhofer IPK e a realização do projeto de pesquisa, do qual se originou o material apresentado.

## 7. REFERÊNCIAS

- Ansoff, H. I. and Mcdonnell, E. J., 1993, “Implantando a administração estratégica”, Antônio Zorato Sanvicente, São Paulo: Atlas.
- ATV - Accenture Technology Vision, 2013, “Every Business is a Digital Business”, Disponível em: <<http://www.accenture.com/microsites/everydaybank/Pages/every-business-is-a-digital-business.aspx>>, Acesso em 20 de out. 2014.
- Born, R., 2008, “Desvendando o planejamento estratégico”, 2. ed., Porto Alegre: Sulina.
- Capgemini, 2011, “TechnoVision & Sustainability – How TechnoVision will help you to become sustainable”, Disponível em: <<http://www.capgemini.com/resources/technovision-sustainability>>, Acesso em 20 out. 2014.
- Certo, S., Peter, P., 1993, “Administração estratégica: planejamento e implantação da estratégia”, São Paulo: Makron Books.
- CNI - Confederação Nacional da Indústria, 2012, “Relatório anual 2011 da Confederação Nacional da Indústria”, Brasília, 64 p.
- CSC, 2012, “CSC Australia: Technology trends & future predictions 2013”, Disponível em: <[https://c.yimcdn.com/sites/www.aiia.com.au/resource/collection/0AEA625A-7A21-4911-811A-DE9A4598EC72/Technology\\_Trends\\_and\\_Predictions\\_for\\_2013\\_Simon\\_Millett\\_CSC.pdf](https://c.yimcdn.com/sites/www.aiia.com.au/resource/collection/0AEA625A-7A21-4911-811A-DE9A4598EC72/Technology_Trends_and_Predictions_for_2013_Simon_Millett_CSC.pdf)>, Acesso em 21 de out. 2014.
- Deloitte, 2013, “Tech Trends 2013 – Elements of postdigital”, Disponível em: <<http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/au/Documents/technology/deloitte-au-tech-tech-trends-2013-final-report-0113.pdf>>, Acesso em 19 de out. 2014.
- Fraunhofer Gesellschaft, 2013, “Beyond Tomorrows Projects”, Disponível em: <[http://www.projects.aege.org/beyondeurope/?page\\_id=6](http://www.projects.aege.org/beyondeurope/?page_id=6)>, Acesso em 13 de out. 2014.
- Frost and Sullivan, 2011, “Megatrends”, Disponível em: <<http://ww2.frost.com/>>, Acesso em 13 de out. 2014.
- IBM, 2013, “Global Technology Outlook 2013”, Disponível em: <[http://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/csgr/green/foresight/scienceinnovation/2013\\_ibm\\_global\\_technology\\_outlook\\_full\\_report.pdf](http://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/csgr/green/foresight/scienceinnovation/2013_ibm_global_technology_outlook_full_report.pdf)>, Acesso em 20 de out. 2014.
- KPMG, 2013, “2013 Technology Industry Outlook Survey – Economic pressures temper opportunities”, Disponível em: <<http://www.kpmg.com/US/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/technology-outlook-survey-2013.pdf>>, Acesso em 21 de out. 2014.
- McKinley, M., 2013, “Global Technology Trend Report”, Disponível em: <<http://www.morganmckinley.ie/article/global-technology-trend-report>>, Acesso em 15 de out. 2014.
- MGI - McKinsey Global Institute, 2013, “Disruptive technologies: Advances that will transform life, business and the global economy”, Disponível em: <[http://www.mckinsey.com/insights/business\\_technology/disruptive\\_technologies](http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/disruptive_technologies)>. Acesso em 14 de out. 2014.
- Mintzberg, H., 2003, “The strategy process: concepts, contexts, cases”, Pearson Education.
- Thompson, A.A. and Strickland, A. J., 2000, “Planejamento estratégico: elaboração, implementação e execução”, São Paulo: Pioneira.

## 8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

## EVALUATION OF TECHNOLOGICAL TRENDS AND DEMANDS OF THE MANUFACTURING INDUSTRY TO A CENTER OF R&D&I

Leone Peter Correia da Silva Andrade, leone@fieb.org.br<sup>1</sup>

Markus Will, markus.will@ipk.fraunhofer.de<sup>3</sup>

Luis Alberto Breda Mascarenhas, breda@fieb.org.br<sup>1</sup>

Rafaela Campos da Silva, rcampos@ita.br<sup>2</sup>

Jefferson Oliveira Gomes, gomes@ita.br<sup>2</sup>

Eurídice Boa Morte Costa, euridicec@fieb.org.br<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SENAI CIMATEC – Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia, Avenida Orlando Gomes, 1845, Salvador, Bahia, Brasil, CEP: 41.650-010

<sup>2</sup>ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias, São José dos Campos, São Paulo, Brasil, CEP:12.228-900

<sup>3</sup>Fraunhofer IPK - Institute for Production Systems and Design Technology, Pascalstraße 8-9, Berlin, Alemanha, 10587

**Abstract:** *Increasing export performance, achieve the highest level of management and production efficiency, reconcile economic growth with environmental sustainability, contribute to the advancement of knowledge and technology and train human resources to work in the new productive context are some of the important challenges be overcome for the Brazilian industry to grow in competitive and join in the coming years sufficiently strengthened to play a greater global marketing integration. The manufacturing industry is fairly representative in the Brazilian economy. The research activities in technology, development and innovation promoted by technology centers are of great importance to boost the competitiveness of this segment. In this context, this work aims to map the key working opportunities of a technology center in order to offer integrated technology solutions that promote the development and competitiveness of the manufacturing industry, in short prospects, medium and long term. To achieve the goal in question was followed by the principle of strategic planning in view of the analysis of the external environment to the organization. In this sense, the global megatrends (technology foresight) and the demands of short, medium and long term of the manufacturing industry were raised. Thus, derived on the skills required to be developed by a technology center to meet the manufacturing industry over the next twenty years.*

**Keywords:** *strategic planning; processing industry; technology center; technological forecasting; megatrends*