

CARTA IEDI Nº 841 - INDÚSTRIA 4.0: A INDÚSTRIA DO FUTURO E A INICIATIVA NOVA FRANÇA INDUSTRIAL

ANEXO 2

TECNOLOGIAS-CHAVE PARA A INDÚSTRIA DO FUTURO

1) Materiais avançados e ativos

- Definição: Materiais avançados referem-se a materiais funcionais, materiais de alto desempenho, materiais de alto valor agregados, etc.
- Vantagens da França: Presença de players fabricantes de materiais e clientes que são líderes internacionais; Fortes habilidades na temática de compósitos e nanomateriais.
- Debilidades: Acesso limitado das PMEs a materiais avançados em desenvolvimento.
- Ameaças: Forte concorrência internacional.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

2) Captores

- Definição: Um sensor é um sistema analítico integrado que transforma uma quantidade em um sinal. Permite a detecção, transmissão e análise da informação buscada.
- Vantagens da França: Forte capacidade de inovação em centros de P&D; Presença de clientes que são líderes internacionais.
- Debilidades: Dificuldade de transferir inovações para as PMEs.
- Ameaças: Forte concorrência internacional.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

3) Valoração e inteligência de grandes dados (*Big Data*)

- Definição: A valoração e a inteligência de *big data* ou megadados referem-se ao crescimento exponencial do volume de dados disponíveis em formato digital e à família de ferramentas (tecnologias e algoritmos) que podem ser usadas para classificá-los e analisá-los em tempo real.
- Vantagens da França: Instituições de ensino superior de renome internacional; Recursos humanos de TI e matemáticos reconhecidos em todo o mundo em temas-chave, como *Big Data* ou inteligência artificial; Centros de pesquisa de última geração em *Big Data*, como CNRS, CEA List e INRIA - Instituto Nacional de Pesquisa em Informática e Automação.
- Debilidades: Falta de habilidades analíticas, incluindo recursos de *data scientists* para prover os próximos anos; Uma baixa percepção de empresas e indivíduos do valor de *Big Data* na tomada de decisão estratégica.
- Ameaças: Monopólio das cinco grandes empresas norte-americanas, Google, Apple, Facebook, Amazon e Microsoft (GAFAM), que possuem plataformas de negociação globais e coletam dados maciços; Proteção fraca de dados pessoais; Ameaça de ataque à segurança.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

4) Modelagem, simulação e engenharia digital

- Definição: As tecnologias de simulação, modelagem e engenharia numérica destinam-se a construir e adaptar para os meios digitais um conjunto de funções matemáticas que descrevem um fenômeno que pode incluir dimensões físicas, mecânicas, químicas, biológicas ou sociais.
- Vantagens da França: Excelência acadêmica (INRIA, comunidades científicas em matemática e em ciência da computação, etc.); Ecosistema nacional promovendo a inovação (tecnologia francesa, ambição de *software*, estratégia digital governamental, etc.).
- Debilidades: Ausência de liderança internacional dos líderes franceses na edição de *software*; Fragmentação do tecido das empresas; Baixa capacidade de

investimento para oferecer capacidades de aceleração das PMEs e das empresas de tamanho intermediário (ETI) francesas.

- Ameaças: Hegemonia norte-americana de mercado e aumento da importância de atores asiáticos.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

5) Internet das coisas

- Definição: A internet das coisas ou dos objetos é uma rede de redes que permite, através de sistemas de identificação eletrônica, padronizada e unificada, e de dispositivos móveis sem fio, identificar direta e inequivocamente entidades digitais e objetos físicos e, assim, ser capaz de recuperar, armazenar, transferir e processar, sem descontinuidade entre os mundos físico e virtual, os dados anexados.
- Vantagens da França: Emergência de várias empresas de referência no mercado de objetos conectados (fornecimento de objetos, aplicativos, plataformas de *software* ou redes dedicadas); Cultura de design e inovação através do uso, juntamente com um domínio das tecnologias dinâmicas de P & D sobre as questões relacionadas para a Internet das coisas (empresas, centros de pesquisa, tecido acadêmico).
- Debilidades: Ausência de um sistema operacional francês; Atraso nos processos e capacidades de fabricação em um ambiente onde a produção é massivamente realizada em países de baixo custo (China, por exemplo); Desconhecimento e obstáculos para o desenvolvimento de objetos conectados na esfera privada.
- Ameaças: Forte concorrência internacional; Risco de rejeição dessas tecnologias consideradas demasiado intrusivo e / ou inseguro; Regulamentação ainda em andamento.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média

6) Infraestruturas de 5ª geração

- Definição: As infraestruturas de 5ª geração designam a próxima geração de redes móveis 5G, que substituirá as redes 4G até 2020.

- Vantagens da França: Inovação tecnológica de grandes empresas; Desenvolvimento de várias PME e *Start-ups* francesas; Excelência em campos acadêmicos.
- Debilidades: Atraso da implantação da tecnologia 4G na União Europeia
- Ameaças: Principais fabricantes internacionais posicionados no mercado 5G, como Samsung (Coreia do Sul) e Huawei (China); 4G atualmente subutilizado na Europa (10% dos europeus) e ativo até 2030 (potencialmente atrasando o lançamento comercial de 5G); Incerteza sobre os custos de desenvolvimento e implantação de 5G.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

7) Sistemas integrados e distribuídos, garantidos e seguros

- Definição: Os sistemas integrados são definidos como conjuntos integrados de *hardware / software* com o objetivo de executar tarefas funcionais específicas.
- Vantagens da França: Grande número de *players* franceses experientes; Excelência da escola francesa de matemática; *Clusters* competitivos de referência; Líder mundial em sistemas críticos integrados em tempo real.
- Debilidades: Segmentação em curso dos atores atuais; Necessidade de reforçar a excelência em linguagem distribuída; Transição de P & D industrial para produção; Peso do ecossistema nacional para influenciar os padrões internacionais.
- Ameaças: Escassez de talento disponível; Competição das empresas norte-americanas (Google, Apple, Facebook, Amazon); Gestão da diversidade e variabilidade em grande escala; Segurança dos sistemas de comunicação.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

8) Procedimentos relativos à química verde

- Definição: A química verde (ou química sustentável) é uma abordagem que visa reduzir ou mesmo eliminar os impactos na saúde e no meio ambiente das práticas

químicas e que também ajuda a reduzir os impactos de outras indústrias ou setores de aplicação.

- Vantagens da França: Indústria química poderosa a nível mundial e europeu; Importante tecido industrial, inclusive nos setores "relacionados", como o agroalimentar; Estruturas e parcerias de P & D de qualidade; Recursos naturais importantes para o desenvolvimento de produtos biobaseados.
- Debilidades: Processos desenvolvidos na França, mas geralmente transpostos para uma escala industrial em fábricas em outros países; Lacunas de competências para a avaliação da inovação (captação de fundos, patenteamento, industrialização, etc.), especialmente para as PME e as empresas em fase de arranque; Um setor de produtos biobaseados pouco estruturado, especialmente em termos de fornecimento.
- Ameaças: Forte concorrência de países líderes em química verde (Estados Unidos, Alemanha, etc.); Para a química baseada em biologia, potenciais conflitos para a mobilização de recursos agrícolas com usos alimentares e energéticos; Baixo preço do petróleo.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

9) **Manufatura aditiva**

- Definição: A manufatura aditiva ou impressão 3D é um processo de fabricação de peças pela adição de material (em oposição a técnicas históricas por subtração de material, como usinagem). A fabricação é feita a partir de arquivos digitais.
- Vantagens da França: Forte setor aeronáutico francês pode impulsionar a industrialização da manufatura aditiva e desenvolvimento de empresas; O setor de luxo, que está fortemente presente na França, também é um polo popular para a manufatura aditiva; Boas habilidades acadêmicas; Os principais subcontratantes de manufatura aditiva estão presentes na França e na Europa.
- Debilidades: Poucos fabricantes de máquinas para impressão 3D na França; Há competências de provisão matérias-primas, mas têm dificuldade em impor-se comercialmente.

- Ameaças: Fabricantes estrangeiros de máquinas implantando-se no território francês e liderando uma política agressiva de recompra; Grande risco de falsificação de dados e de modelos.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em atraso.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

10) Cobótica e humano aumentado

- Definição: O termo cobótica refere-se aos chamados dispositivos de robótica colaborativa ou robótica interativa, na indústria ou no mundo profissional. Já a noção de humano aumentado se refere à extensão das capacidades humanas por tecnologias integradas em sua anatomia na forma de próteses ou órteses ou até mesmo interfaces de percepção, integrando meios de detecção ou controle neural.
- Vantagens da França: Excelência da pesquisa em torno de habilidades robóticas, incluindo inteligência artificial, percepção e processamento de informações; O sistema francês de empreendedorismo facilita a criação de *start-ups* (mas nem sempre seu desenvolvimento).
- Debilidades: A robotização das indústrias francesas está muito atrasada, e o setor ainda sofre de um déficit crônico de investimentos.
- Ameaças: Os Estados Unidos, a Alemanha e a Ásia estão muito à frente da França e mantêm forte crescimento, assim como Itália e Suíça; Há um movimento em curso de consolidação dos *players* em robótica.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

11) Inteligência artificial

- Definição: Inteligência Artificial (IA) tem como objetivo construir entidades "dotadas" de inteligência. Essa tecnologia tenta recriar ou "imitar" certas habilidades de inteligência humana, como memória, raciocínio, tomada de decisões, resolução de problemas ou percepção.

- Vantagens da França: Centros de P & D de referência sobre o assunto; Proliferação de *start-ups*; Plano Eficaz de Robótica, Planos de "*Software* e Sistemas Integrados"; *Big Data* e "supercomputador".
- Debilidades: Poucos líderes no setor Lazer e Cultura, mas há atores-chave nas áreas de ambiente, supercomputadores e *software* incorporado; Abordagem a novos usos limitada pela apreensão de possíveis derivações.
- Ameaças: A maioria dos grandes *players* é norte-americana.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

12) Robótica autônoma

- Definição: Um robô pode ser definido como um dispositivo mecânico e eletrônico com a capacidade de processar informações de maneira autônoma para executar uma ação apropriada. O termo autonomia refere-se então a uma autonomia de decisão, ação, movimento ou energia.
- Vantagens da França: Pesquisa forte sobre as principais habilidades da robótica, especialmente na tecnologia digital; Dispositivos de suporte para *startups*.
- Debilidades: Aceitação da sociedade para a robotização da indústria; Baixo tecido industrial em robótica de produção, base histórica do desenvolvimento do setor; Mercado nacional insuficiente para promover o desenvolvimento de uma oferta comercial.
- Ameaças: Forças da concorrência asiática; Setor em plena revolução; Importância dos investimentos nos Estados Unidos em robótica.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

13) Comunicações protegidas

- Definição: Os sistemas de "comunicações seguras" permitem a realização de uma troca de voz ou de dados (conforme o caso), garantindo um determinado nível de proteção em relação às ameaças consideradas.

- Vantagens da França: Domínio de toda a cadeia (infra, terminais, redes dedicadas, S-MVNO); Laboratórios acadêmicos e ensino superior; Presença em organismos de padronização.
- Debilidades: Dispersão dos grandes jogadores; Investimento em LTE 4G insuficiente.
- Ameaças: Concorrência direta com a Motorola; Novos participantes asiáticos muito agressivos; Consolidação do setor em andamento; Forte necessidade de investir em LTE.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

14) Tecnologias imersivas

- Definição: Tecnologias imersivas envolvem a imersão do usuário em um ambiente com o qual elas podem interagir usando suas habilidades sensoriais e sensoriais. Essas tecnologias incluem realidade aumentada (AR), realidade virtual (VR), realidade mista, som 3D imersivo e tecnologias de interface homem-máquina (IHM).
- Vantagens da França: O peso do cinema francês em produção e bilheteria (1º europeu); Papel dos jogadores de videogames, muitas vezes na vanguarda da tecnologia e conteúdos; França ainda é o principal destino turístico do mundo; A qualidade dos laboratórios de pesquisa; Um tecido de startups que oferece tecnologias inovadoras; Grandes grupos compradores dinâmicos (Thalès, Dassault, Orange, etc.) e desenvolvedores de tecnologia; Envolvimento de instituições públicas na criação de demonstradores; Fornecedores de conteúdo motivados por tecnologias imersivas.
- Debilidades: Cinetose (enjoo, mal estar) causada pela Realidade Virtual (RV). Dificuldade em produzir realimentação de percepção tátil realista. Fragmentação do setor. Falta de conhecimento do público.
- Ameaças: Problemas relacionados à propriedade intelectual: tecnologia de imagem. Uma indústria de conteúdo cada vez mais dependente de provedores de tecnologia; Predominância de grandes grupos (Google, Amazon, Facebook, Apple), que desenvolvem plataformas e ambientes de *software* proprietários. Restrições

regulamentares sobre segurança de uso e saúde; Rejeição pelos usuários; Problemas relacionados ao direito à imagem e aos dados pessoais.

- Posição das empresas francesas na competição global: Na média
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

15) Procedimentos relativos à química do petróleo

- Definição: Tecnologias específicas utilizadas no refino do petróleo e na petroquímica.
- Vantagens da França: Forte capacidade de investimento e projeção internacional de companhias de petróleo; A indústria do petróleo e do gás ocupa o segundo lugar no mundo em termos de exportações; França é um viveiro de empresas em fase de arranque e PME inovadoras.
- Debilidades: Diminuição gradual da capacidade de refino na Europa; Uma indústria petroquímica europeia em dificuldade.
- Ameaças: Forte concorrência, notadamente dos grandes grupos norte-americanos ou britânicos. Em longo prazo, o desenvolvimento das energias renováveis e do veículo elétrico.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

16) Reciclagem de materiais críticos e terras raras

- Definição: Um metal é considerado "crítico" quando atende a dois critérios: importância na cadeia de valor de certos produtos, peso econômico dos setores industriais consumidores, baixa substituíbilidade e seu suprimento podem estar sujeitos a tensões, até mesmo controles de exportação. Os metais críticos entram na composição de todos os produtos de alta tecnologia, principalmente no campo das tecnologias de informação e comunicação.
- Vantagens da França: A presença no território de unidades de reciclagem para metais críticos; Empresas líderes mundiais; Um inovador tecido de P & D público e privado.

- Debilidades: Redes de coletas geralmente não estruturadas e não lucrativas; Fábricas que não são adequadas para o processamento de produtos com composição complexa; Falta de regulamentação específica para metais críticos para ajudar o mercado a reciclar; Líderes inovadores de projetos que têm dificuldade em angariar fundos.
- Ameaças: Bloqueios tecnológicos de difícil superação na coleta e separação de metais críticos; Déficit de habilidades que poderia aumentar; Competição de alguns países, como Estados Unidos e Japão.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

17) Microfluídica

- Definição: Microfluídica é o conjunto de tecnologias que permite a manipulação e caracterização de fluidos em escalas micrométricas ou nanométricas.
- Vantagens da França: Excelente pesquisa acadêmica; Uma dinâmica de criação de setores de aplicativos de *startup* em que a França está bem posicionada (química, saúde, agronegócios).
- Debilidades: Tecido industrial na produção de dispositivos microfluídicos não possui "pesos pesados", o setor é bastante dependente da pesquisa pública.
- Ameaças: Dinamismo da concorrência estrangeira, especialmente nos Estados Unidos e na Ásia.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

18) *Métaomique* (tecnologias para compreender de forma abrangente sistemas biológicos complexos e dinâmicos)

- Definição: A *métaomique* reúne tecnologias que tornam possível compreender sistemas biológicos complexos e dinâmicos em sua totalidade.
- Vantagens da França: Força de pesquisa dinâmica e estruturada; Atores acadêmicos de estatura internacional.

- Debilidades: Poucos líderes industriais em metaômica, particularmente posicionados em metabolômica (estudo do metabolismo celular).
- Ameaças: Fator limitante de anotação e interpretação de dados; Custos elevados para pequenas empresas; Competição dos Estados Unidos e do Japão, incluindo biomarcadores.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

19) Análise comportamental de processos de *softwares* para detectar cenários complexos

- Definição: A análise comportamental refere-se a processos de software destinados a detectar um ou mais cenários complexos envolvendo uma sucessão de eventos não correlacionados no tempo e no espaço e resultantes de sensores / sondas heterogêneos (físicos ou lógicos).
- Vantagens da França: Tecido acadêmico de alto nível; Posição de liderança da França nos setores de serviços de robótica e videogames, clientes naturais dessas tecnologias; Inúmeras *startups*.
- Debilidades: Menos capitalizadas do que os seus concorrentes norte-americanos, as PME francesas são menos dinâmicas para penetrar em mercados em rápida mudança; Uma implementação que pode ser longa.
- Ameaças: Posições e dinâmicas dos atores instalados (Estados Unidos, Israel, Rússia); Uso agressivo atual de tecnologias na mídia, o que pode levar à rejeição do usuário.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

20) Novas integrações *hardware software*

- Definição: A integração de *hardware* e *software* constitui componente essencial do desenvolvimento de sistemas integrados e de suas novas gerações.

- Vantagens da França: Pesquisa francesa dinâmica nesse domínio; Algumas PMEs na vanguarda; Grandes integradores e contratistas franceses já incorporam essas questões.
- Debilidades: Baixo envolvimento das PME francesas nesses métodos.
- Ameaças: As empresas norte-americanas dominam o setor.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

21) Supercomputadores

- Definição: Um supercomputador é um sistema projetado para alcançar um desempenho de cálculo ultra-elevado e ultrarrápido (chamado de cálculo intensivo) de grandes massas de dados.
- Vantagens da França: A França é um dos cinco líderes mundiais em supercomputadores, com a empresa Atos; Domínio das tecnologias de supercomputadores é apoiado no desenvolvimento da solução de Economia de Dados da Indústria do Futuro.
- Debilidades: A francesa Atos tem uma pequena participação de mercado (3,6%) contra a HP e a IBM; Não nenhum fornecedor francês de tecnologias de componentes, como NVIDIA ou Intel.
- Ameaças: Os industriais não europeus beneficiam de auxílio significativo concedido por seus Estados. Os Estados Unidos e a China estão se movendo mais rápido e mobilizam muitos recursos para o desenvolvimento de futuros supercomputadores.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

22) Redes elétricas inteligentes

- Definição: Uma rede elétrica inteligente (REI) é um sistema elétrico capaz de integrar mais eficazmente as ações de diferentes usuários, consumidores e / ou produtores, a fim de manter um fornecimento de energia sustentável, econômico e seguro.

- Vantagens da França: *Expertise* francesa reconhecida no design de redes elétricas e comunicação; Presença de atores em toda a cadeia de valor; Papel de direção de vários grandes fabricantes.
- Debilidades: Concorrência entre os atores nacionais.
- Ameaças: Incertezas sobre os níveis de investimento que serão necessários; Proteção de dados percebida como insuficiente; Entrada no mercado de jogadores internacionais no setor de tecnologia de informação e comunicação.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

23) Baterias eletroquímicas de nova geração

- Definição: O princípio do armazenamento eletroquímico é conservar a energia elétrica na forma química. Nos sistemas de armazenamento eletroquímico, a energia armazenada é convertida diretamente em energia elétrica. Uma bateria é um sistema composto de células eletroquímicas ligadas em rede. A energia armazenada e energia serão funções da configuração de rede e o número de células.
- Vantagens da França: Atores de pesquisa de primeira linha, líderes na Europa e organizados rede; Vários fabricantes importantes em todos os níveis da cadeia de valor, incluindo a fabricação de células.
- Debilidades: Poucas infraestruturas de investigação a jusante (plataformas, institutos de pesquisa); Investimentos industriais muito baixos; Tamanho de produção insuficiente para alcançar economias de escala.
- Ameaças: Grandes investimentos dos fabricantes históricos das baterias para a eletrônica de consumo, mas também de *players* chineses e norte-americanos, que visam a redução dos custos de produção.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em atraso.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

24) Combustíveis de síntese

- Definição: Os combustíveis sintéticos abrangem uma ampla gama de combustíveis produzidos a partir de materiais que contêm os elementos químicos hidrogênio e carbono: carvão, biomassa, gás natural e até mesmo diretamente H₂ e CO₂.
- Vantagens da França: Concentração de atividades de P&D em torno de alguns grandes projetos; Recursos agrícolas e florestais.
- Debilidades: Industrialização atrasada em relação à concorrência internacional; Incertezas nas cadeias de suprimentos.
- Ameaças: Incertezas sobre a evolução dos preços dos combustíveis fósseis; Concorrência para acesso aos recursos.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

25) Tecnologias do hidrogênio

- Definição: Tecnologias relacionadas à utilização do hidrogênio para fins energéticos.
- Vantagens da França: Presença de um dos líderes mundiais; Manutenção da atividade de P & D; Projetos unificadores (GRHYD, HyCUBE, etc.).
- Debilidades: Número relativamente pequeno de empresas envolvidas; Mercado nacional atualmente limitado a nichos; Modelos econômicos ainda frágeis.
- Ameaças: Avanço tecnológico e industrial da concorrência internacional nos mercados atuais; Riscos de interrupção do fornecimento de certos elementos críticos (Catalisadores); Aceitação social.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

26) Engenharia genômica

- Definição: Engenharia genômica é a manipulação de material genético dos seres vivos.

- Vantagens da França: Importantes habilidades francesas (pesquisa e industrial) de nível internacional; Desenvolvimento de carteiras de patentes.
- Debilidades: Nenhum líder francês no mercado de instrumentação de sequenciamento; Alguns mercados de aplicativos são muito subdesenvolvidos (culturas de organismos geneticamente modificados, biocombustíveis), o que tem levando alguns atores franceses a buscar seu desenvolvimento fora da União Europeia.
- Ameaças: Problema de aceitabilidade social e restrições regulatórias, em particular em relação às pesquisas com células-troncos embrionárias e presença de organismos geneticamente modificados (OGM) em produtos alimentares; Forte concorrência internacional.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

27) Soluções inovadoras de proteção e estimulação de vegetais

- Definição: Tecnologias empregadas para reforçar as resistências das plantas ou estimular o seu crescimento.
- Vantagens da França: Tecido dinâmico de atores acadêmicos e atores industriais, principalmente PME, posicionadas em biocontrole e bioestimulantes; Dinâmica de aquisição dinâmica de PME posicionadas em biocontrole por grandes grupos industriais franceses; Alguns jogadores internacionais no controle biológico com sede na França (ex: centro de pesquisa e desenvolvimento da Bayer CropSciences em Lyon)
- Debilidades: Ausência de grandes grupos agroquímicos franceses; Dificuldade em traduzir os resultados das pesquisas em produtos biológicos e estimulador de defesa das plantas (SDP); Número limitado de soluções homologadas, especialmente em grandes culturas; Poucas perspectivas para controle biológico de ervas daninhas.
- Ameaças: Eficácia baixa e irregular dos produtos de biocontrole e bioestimulação em comparação com produtos convencionais, combinados com restrições de uso e alto custo desses produtos; Alto custo do procedimento de aprovação para produtos inovadores de proteção e estimulação de plantas; Problema de aceitabilidade social dos produtos de OGM.

- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança;

28) Cepas de probióticos para biopreservação e nutrição

- Definição: Os probióticos são microrganismos (bactérias, leveduras, etc.) que exercem influência sobre o ambiente, por exemplo, inibindo o desenvolvimento de outros microrganismos indesejáveis ou patogênicos.
- Vantagens da França: Rede de pesquisa desenvolvida e estruturada, posição dominante do Instituto Nacional de Pesquisa Agrônômica (INRA) no âmbito internacional; História forte de produtos fermentados na indústria francesa e aceitação social de microrganismos como agentes benéficos; *Players* internacionais em nutrição.
- Debilidades: Ausência de atores industriais líderes na biopreservação; Falta de conhecimento científico para compreender e controlar os mecanismos de ação dos probióticos e seus efeitos benéficos.
- Ameaças: Aplicações industriais limitadas na biopreservação devido à falta de uma definição clara do estatuto da flora protetora pelas regulamentações europeias; Promoção de *players* de nutrição prejudicados pela recusa de alegações de saúde pela Autoridade Europeia de Saúde Alimentar (EFSA, na sigla em inglês).
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

29) Engenharia de tecidos e células

- Definição: Engenharia de tecidos e células abrange um conjunto de tecnologias destinadas a transformar e organizar células, tecidos e biomateriais para melhor prevenir, tratar e controlar para fins de saúde.
- Vantagens da França: Excelência acadêmica e continuidade entre o acadêmico e a clínica; Competências fortes (células sanguíneas umbilicais e células-troncos).
- Debilidades: Quadro legislativo difícil de compreensão para os atores envolvidos; Acesso a financiamento difícil para os industriais.

- Ameaças: Forte concorrência dos Estados Unidos; Persistências dos freios éticos e sociais.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

30) Novas modalidades de imunoterapias

- Definição: A imunoterapia refere-se a administrar substâncias que estimulem, modifiquem ou otimizem todos os componentes do sistema de defesa natural do corpo (complexa rede de células, órgãos e moléculas).
- Vantagens da França: Excelência acadêmica; Tecido industrial importante; Líderes globais em vacinologia (Sanofi, Mérial) e imunomodulação (Stallergenes).
- Debilidades: Poucos ensaios clínicos realizados; Dificuldades na transferência de tecnologia; Falta de maturidade dos produtos desenvolvidos pelas empresas francesas.
- Ameaças: Freios éticos e regulatórios para imunoterapia celular.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

31) Dispositivos biointegrados

- Definição: Dispositivos biointegrados são dispositivos médicos, ativos ou não ativos, que combinam sistemas com tecnologias integradas em seres humanos. As principais funções dos dispositivos integrados são controlar, complementar ou substituir, uma função deficiente do organismo.
- Vantagens da França: Excelência cirúrgica, incluindo ortopedia, cardíaca, auditiva, etc; Muito boa posição francesa na escala internacional em produção ortopédica apoiada pela qualidade da inovação; Forte posição em estimulação cardíaca e desenvolvimento de corações artificiais (Carmat é líder neste segmento).
- Debilidades: Falta de estruturação do setor; Poucas empresas industriais de peso internacional.

- Ameaças: Concorrência europeia (Suíça, Alemanha) e Estados Unidos; Evolução da regulação.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

32) Tecnologias de imagens para a saúde

- Definição: As imagens para a saúde incluem todas as técnicas utilizadas para a aquisição, processamento e restituição de imagens em todas as escalas de vida, in vivo ou in vitro, para aplicações médicas.
- Vantagens da França: Visibilidade internacional de vários fabricantes de equipamentos (Super Sonic Imagine e Vermon); Conhecimentos industriais únicos em determinados segmentos (modalidades de ultrassom, imagens ópticas, radiologia da coluna em doses radiantes muito baixas, endomicroscopia, processamento de imagem); Excelência acadêmica; Líder europeu em agentes de contraste (Guerbet); Tecido industrial dinâmico para exportação.
- Debilidades: Falta de estruturação no conjunto da cadeia; Regulação heterogênea dificulta o desenvolvimento.
- Ameaças: Competição internacional muito forte impulsionada por empresas líderes do mercado; Entrada de novos fabricantes com o desenvolvimento dos mercados chinês e japonês.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

33) Exploração digital dos dados de saúde

- Definição: A exploração digital de dados de saúde inclui as tecnologias que permitem a integração, troca e uso de todos os dados médicos multimodais para uma determinada aplicação.
- Vantagens da França: Posicionamento positivo no desenvolvimento de *software* (Inria- Instituto Nacional de Pesquisa em Informática e Automação); Forte colaboração entre os setores público e privado; Criação de uma agência especializada (ASIP Saúde); Existência de um sistema nacional de dados de saúde (SNDS) que deverá a ser reforçado.

- Debilidades: Compatibilidade de sistemas complexos; Ausência de uma grande empresa francesa capaz de garantir a posição de liderança internacional. Falta de treinamento de profissionais da saúde sobre esses problemas.
- Ameaças: Riscos na proteção de dados (pirataria, etc.); Competição dos Estados Unidos, líder do mercado; Desenvolvimento da concorrência nos mercados da Ásia-Pacífico.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em atraso.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

34) Autenticação forte

- Definição: Autenticação é o processo de assegurar que uma entidade (pessoa, máquina, etc.) é o que ela afirma ser. A autenticação é então descrita como forte quando usa uma combinação de pelo menos dois dos métodos de autenticação de um indivíduo: o que ele sabe (senha, código pin, pergunta secreta, etc.), o que ele possui (tokens, cartões, etc.) e o que é (íris, voz, impressão digital, etc.).
- Vantagens da França: Liderança técnica no campo da biometria, elemento seguro (cartão com chip) e transações bancárias eletrônicas.
- Debilidades: Conjunto de empresas francesas importantes, mas pequenas demais, individualmente, em comparação com os gigantes norte-americanos da Internet e do setor de eletrônica.
- Ameaças: Integração vertical de tecnologias por fornecedores de smartphones; Liderança dos Estados Unidos no campo dos provedores de soluções de segurança digital.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

35) Gestão inteligente da água

- Definição: O gerenciamento inteligente consiste em coletar dados, em particular por meio de equipamentos de hardware (sensores), e transmitir, selecionar e analisar usando equipamento de *software* (sistema de informação geográfica, ferramentas de suporte à decisão, etc.).

- Vantagens da França: Presença internacional de grandes grupos franceses que facilitam a penetração de novos mercados; A formação de alianças para o desenvolvimento de ofertas integradas; Objetivos regulatórios em termos de gerenciamento de água favorável a tecnologias de gerenciamento inteligentes.
- Debilidades: Posicionamento muito fraco das empresas francesas nos fechados mercados norte-americanos; Usuários franceses muitas vezes relutantes em comunicar seus dados pessoais.
- Ameaças: Forte concorrência, especialmente das empresas de serviços de engenharia informática norte-americanas, alemãs e também israelenses; Problemática de segurança de dados.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

36) Tecnologias de diagnóstico rápido do solo, do ar e da água

- Definição: As tecnologias de diagnóstico rápido aplicadas ao meio ambiente permitem coletar e processar dados de diferentes “matrizes” (água, ar, solo) em um curto período de tempo, ou mesmo em tempo real para diagnósticos contínuos.
- Vantagens da França: Pesquisa acadêmica de alta qualidade em todos os campos relacionados diagnóstico rápido (ótica, sensores, etc.); Recursos industriais e *know-how* real; Diretrizes europeias ambiciosas para a preservação e / ou restauração de recursos naturais, com risco de litígio e multas em caso de não realização de objetivos; PMEs líderes em todo o mundo para diagnóstico do ar.
- Debilidades: Quadro normativo europeu complexo que é difícil de ser entendido internacionalmente; Um regulamento da água pouco incentivador para os industriais; Soluções de diagnóstico rápido são percebidas como muito caras; Oferta industrial francesa dispersa.
- Ameaças: Forte concorrência de países como os Estados Unidos, Alemanha e Japão (especialmente para água).
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

37) Tratamento de solos poluídos

- Definição: O objetivo das tecnologias de tratamento de solo é eliminar ou reduzir para um nível tolerável o nível de risco desses solos contaminados.
- Vantagens da França: Grupos bem estabelecidos no mercado europeu e nos mercados emergentes; Um ecossistema de inovação eficiente; Regulamentos favoráveis ao desenvolvimento de uma indústria de despoluição.
- Debilidades: Competição exacerbada no mercado francês; Falta de liderança industrial na fitorremediação em comparação com outros países da OCDE (Estados Unidos, Alemanha, etc.).
- Ameaças: Possível diminuição da encomenda pública. Forte concorrência, especialmente de empresas locais em países emergentes.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

38) Sistema de renovação dos edifícios existentes

- Definição: Tecnologias voltadas à melhoria energética dos edifícios, tais como tecnologias de isolamento e de produção de energia.
- Vantagens da França: Excelente prática de isolamento térmico por dentro ou por fora; Forte rede de artesãos capazes de intervir localmente.
- Debilidades: Necessidade de conduzir uma oferta que está muito acima do trabalho atual de um artesão
- Ameaças: Preços mais baixos de energia, que reduzam o retorno sobre o investimento em obras de renovação de energia; Solvência das famílias incerta; Medo da instabilidade fiscal por parte da profissão.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

39) Sistemas de construção com alta qualidade ambiental para o novo

- Definição: Tecnologias para gestão de projetos que visam a construção de edifícios, controlando os seus impactos no ambiente externo e assegurando, ao mesmo tempo, um ambiente interno confortável e saudável.
- Vantagens da França: Certificações ambientais que impulsionam o mercado; Oferta industrial variada e espalhada pelo território, que é uma força em matéria ambiental.
- Debilidades: Certificações ambientais francesas não suficientemente utilizadas internacionalmente; No setor, predominam empresas de pequeno porte.
- Ameaças: Implementação de novos sistemas de construção com alta qualidade ambiental percebida como complexa por alguns atores.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

40) Sistemas de energia integrados na escala de construção

- Definição: Sistemas integrados de energia na escala dos edifícios combinam tecnologias que permitem a integração de sistemas de produção, distribuição, gerenciamento e armazenamento de energia em um único prédio. Eles incluem a integração de tecnologias híbridas, que é a integração de energias renováveis com energia convencional (óleo combustível, eletricidade, gás).
- Vantagens da França: Tecido industrial denso com muitas empresas de porte intermediário (ETI); Implementação de certificações apoiadas pelas autoridades públicas, com crescente visibilidade.
- Debilidades: Baixo custo de eletricidade na França e sistemas muito regulamentados.
- Ameaças: Players internacionais poderosos tanto na fabricação de equipamentos como em sua utilização: tradicionais (por exemplo, Siemens) ou novos (por exemplo, Google com Nest); Sustentabilidade da ajuda governamental que garante a rentabilidade dos investimentos.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.

- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

41) Tecnologias de recuperação de calor de baixa temperatura

- Definição: São tecnologias empregadas para a recuperação do chamado calor de "baixa temperatura". Termo que se refere a fontes de energia térmica (vapores do forno, água de resfriamento, etc.), cuja temperatura é insuficiente para ser diretamente valorizada para uso industrial interno, ou convertida em eletricidade pelos meios convencionais.
- Vantagens da França: Fontes de calor de baixa temperatura presente no território francês; Habilidades acadêmicas em termodinâmica e materiais.
- Debilidades: Déficit de mecanismos de incentivo para valorização do calor sob a forma de eletricidade; Debilidade do setor produtor de equipamentos industriais em geral.
- Ameaças: Fechamento de plantas industriais; Avanço tecnológico da concorrência internacional.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em atraso.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

42) Tecnologia Solar fotovoltaica

- Definição: A tecnologia solar fotovoltaica (PV) permite a conversão de energia solar em eletricidade
- Vantagens da França: Boa posição na energia fotovoltaica a montante (equipamento para fabricação de células); Dinâmica de exportação; Habilidades de pesquisa de alto nível.
- Debilidades: A indústria francesa ainda não é suficientemente competitiva em um mercado global altamente concorrencial; Dificuldade em fazer emergir "campeões nacionais" ou europeus.
- Ameaças: Aumento da intensidade do capital; Riscos de interrupção do fornecimento de certos elementos críticos.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em atraso.

- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

43) Energia eólica

- Definição: As tecnologias empregadas nas turbinas eólicas permitem a conversão da força motriz do vento em eletricidade.
- Vantagens da França: Parque eólico significativo em alto mar; Avançado no desenvolvimento de turbinas eólicas flutuantes offshore; Presença de grandes grupos nas principais atividades do setor: construção de fundações, conexões à rede elétrica, instalação, operação e manutenção.
- Debilidades: Setor que foi estruturado mais tarde do que em outros países europeus; Complexidade administrativa dos projetos desenvolvidos no território nacional.
- Ameaças: Forte intensidade competitiva, especialmente no âmbito europeu, mas também de empresas chinesas; Conflitos de uso nas áreas de implantação.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

44) Tecnologias para energia nuclear

- Definição: As tecnologias para energia nuclear referem-se a todas as ferramentas de projeto, construção e comissionamento, manutenção, saneamento, desmantelamento e renovação de instalações (centrais nucleares, reatores de pesquisa, instalações de reprocessamento e enriquecimento, etc.). Essas tecnologias se enquadram em vários campos: simulação digital, robótica, instrumentação, técnicas de descontaminação, etc.
- Vantagens da França: Domínio tecnológico do setor francês; Capacidade de P & D; Instalações industriais renovadas; *Feedback* do desmantelamento em curso de 21 instalações nucleares de base (INB) civis.
- Debilidades: Financiamento à exportação pouco competitivo; Dificuldades de um pequeno número de novos projetos de construção; Ausência de mercado interno para a construção de novos reatores; Baixa maturidade industrial do setor de desmantelamento (falta de padronização de processos, complexidade regulatória);

Forte dependência dos subcontratante em relação aos principais solicitantes franceses.

- Ameaças: Dificuldades para exportar tecnologia, devido, em particular, às restrições regulatórias que condicionam o acesso a mercados e / ou custos nacionais; Dificuldades para alcançar economias de escala para a nova geração de reatores.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

45) Tecnologias para propulsão de meios de transporte

- Definição: Tecnologias que atendem a todos os sistemas e componentes envolvidos na propulsão de meios de transporte. Elas são baseados em princípios de conversão de energia (química, térmica, elétrica para mecânica e vice-versa).
- Vantagens da França: Fabricantes de automóveis e fornecedores de equipamentos com uma dimensão internacional; Indústria aeronáutica francesa posicionadas em primeiro plano no mundo e PMEs ágeis e inovadoras por todo o país; Lançamento do Instituto de Pesquisa Tecnológica e de Instituto para a Transição Energética dedicados à pesquisa em tecnologias de propulsão; Forte vínculo entre aviação civil e militar (pesquisa dual, transferência de inovações); Presença da indústria ferroviária francesa em muitos mercados do mundo ; Qualidade da formação e treinamento de engenheiros e técnicos.
- Debilidades: Tamanho dos fabricantes de equipamentos franceses no setor ferroviário; Poucas empresas médias (ETIs) nos setores da aviação e ferroviário; Especialização excessiva das PME e das empresas muito pequenas (TPE) dificulta a sua diversificação e torna sua saúde altamente dependente das conjunturas setoriais; Presença insuficiente das empresas automotivas franceses em mercados emergentes; Falta de coordenação do setor ferroviário no passado.
- Ameaças: Suprimento de terras raras e lítio; Contração do mercado automotivo europeu (mercado básico da indústria automotiva francesa); Declínio conjuntural da atividade ferroviária na França no final da década; Dificuldade em recrutar perfis qualificados (engenheiros de cálculo, arquitetura de software aeronáutico); Aumento da concorrência dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China, África do Sul); Concorrência dos Estados Unidos no setor aeronáutico.

- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.

46) **Nanoeletrônica**

- Definição: Nanoeletrônica refere-se à miniaturização (Lei de Moore) em um nível nanométrico e à diversificação ("*More than Moore*") de componentes e sistemas eletrônicos.
- Vantagens da França: Dois clusters de competitividade de classe mundial em nanoeletrônica: Minalogic, SCS; Um ecossistema de inovação de alto nível; Forte apoio político para o desenvolvimento da nanoeletrônica mediante os planos industriais "Nano2017" e "Nova França Industrial"; Presença de um fabricante de semicondutores de classe mundial: ST MicroElectronics, inventor da tecnologia More Moore, FD-SOI; Presença de um fabricante de substratos de classe mundial: SOITEC, inventor de SOI; Ecossistema em sem contato e em segurança mundialmente reconhecido.
- Debilidades: Baixa capacidade de investimento das empresas industriais franceses em comparação com os *players* norte-americanos e asiáticos; Pequeno número de atores franceses.
- Ameaças: Domínio de empresas norte-americanas e asiáticas; Risco para STMicroElectronics de se tornar "sem fábrica" na ausência de fortes investimentos em novas infraestruturas.
- Posição das empresas francesas na competição global: Na média.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Em posição de liderança.

47) **Tecnologias de *design* de conteúdo e experiência**

- Definição: Tecnologias de *design* de conteúdo audiovisual (cinema, televisão, rádio, web), multimídia (videogames, web) e texto e edição digital, e de experiências das indústrias criativas e culturais.
- Vantagens da França: Imagem de marca da França; O peso do cinema francês na produção e na bilheteria (1º europeu); O papel dos atores do videogame, muitas vezes na vanguarda da tecnologia e do conteúdo; 3º produtor mundial de animação, atrás dos Estados Unidos e do Japão e mais de 40% do mercado de

animação na Europa; Formação de excelência reconhecida (Escolas, Universidades); Laboratórios eficientes; Vários líderes.

- Debilidades: Falta de transferência de tecnologia a partir dos laboratórios; Projetos de longo prazo; Um setor cíclico; Empresas tecnológicas que nem sempre atingem tamanho crítico em relação aos principais *players* (Adobe, 3DSMax, Disney, etc.)
- Ameaças: Mercado europeu fragmentado: o que é um entrave para os outros, mas também para a França; Os *players* franceses devem seguir o exemplo de empresas estrangeiras e se concentrar nos mercados dos EUA e da China, mais atraídos por essas tecnologias, por razões culturais e financeiras; Alto risco de deslocalização: *dumping* fiscal e produção de baixo custo em países emergentes.
- Posição das empresas francesas na competição global: Em posição de liderança.
- Posição dos atores acadêmicos franceses na competição global: Na média.