

Chamada CNPq/MCTI/SEMPI Nº 021/2021

RHAE - Recursos Humanos em Áreas Estratégicas, Pesquisador na Empresa

Identificação do Projeto:

Título do Projeto: Capacitação e Desenvolvimento de Projetos em Lean 4.0

Empresa Executora: VOLKSWAGEN DO BRASIL INDUSTRIA DE VEICULOS AUTOMOTORES LTDA. (CNPJ 59.104.422/0001-50)

Home-page da empresa executora: www.vw.com.br

Área do Conhecimento/Atividade Econômica (CNAE): CNAE 29107 - Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários

Área de Tecnologia Prioritária e respectivo setor: Tecnologias de Produção / Indústria

Nome do Coordenador do Projeto: Flávio Pessutte de Castro

Cargo ou Função do Coordenador do Projeto: Gerente Executivo

Linha de Apoio à qual este projeto está sendo submetido: Linha 1 (Apoio à projetos de P,D&I de Empresas Inovadoras)

Instituição Parceira (nome e sigla): Universidade Federal do ABC (UFABC)

Outubro, 2021

1. Informações da Empresa Executora

Com 67 anos de presença na vida, no coração e na garagem dos brasileiros, a Volkswagen vive um momento único no Brasil, com a estratégia que prevê a maior ofensiva de produtos da marca no País, com 20 lançamentos até 2020, fruto de um investimento de R\$ 7 bilhões. A Volkswagen, é a marca que mais cresce, tanto em Vendas como em Participação de Mercado, e acumula conquistas expressivas: é a maior produtora, com 23 milhões de veículos fabricados, e a maior exportadora da história no Brasil, com 3,7 milhões de carros embarcados. Somos 15 mil empregados, atuando em quatro fábricas (SBC, São Carlos, São José dos Pinhais e Taubaté). Inaugurada em 18 de novembro de 1959, a fábrica de São Bernardo do Campo (SBC/SP), local onde o projeto será desenvolvido, tem área total de 1,6 milhão m², dos quais 994 mil m² são de área construída. Produz os veículos: Novo Polo, Virtus e linha Saveiro. A Indústria 4.0 já está presente em toda a fábrica trabalhando com manufatura digitalizada, inteligência artificial e alto nível de automação. Tecnologias inovadoras permitem que máquinas tomem decisões rápidas, assertivas, detectem problemas, evitem falhas e reduzem custos.

2. Objetivos, metas e indicadores

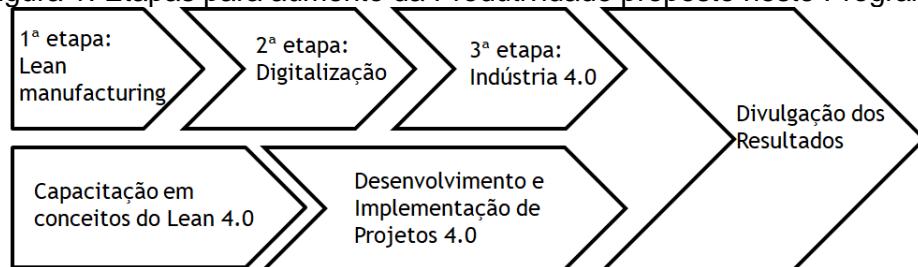
O objetivo geral deste projeto consiste na Capacitação e Desenvolvimento de Projetos em *Lean 4.0* para que toda a trajetória de diagnóstico, melhoria, digitalização e otimização sejam implementados pela empresa proponente. O resultado esperado com a execução desse projeto é atingir a capacitação de multiplicadores em *Lean 4.0*, assim como o desenvolvimento e a resolução de problemas reais da empresa utilizando as técnicas de *Lean* e Indústria 4.0.

Os objetivos específicos são:

1. Realizar diagnóstico da empresa sobre a Maturidade *Lean* e da Indústria 4.0 em parceria com docentes e pesquisadores da UFABC;
2. Desenvolver um Roadmap de implementação do *Lean Manufacturing*, Digitalização e Indústria 4.0 na empresa executora;
3. Desenvolver e Prototipar soluções tecnológicas de fronteira e testá-las através da sistemática de “Test-Bed” ou Provas de Conceito (PoC), com técnicas da Indústria 4.0 que permitam a realização de experimentos, testes de hipóteses e novas tecnologias em ambiente que simule a escala de produção em um cenário real utilizando os núcleos de especialização no programa de capacitação em *Lean 4.0*;
4. Desenvolver alunos, pesquisadores e profissionais multiplicadores na empresa executora, através de um curso de especialização em Gestão *Lean 4.0*;
5. Elaborar um plano de disseminação do conhecimento gerado através de monografias dos projetos elaborados pela empresa executora, e um plano de treinamento e capacitação de demais funcionários da empresa e também empresas da região do ABC, disseminando o conhecimento gerado através de casos práticos sobre “*Lean 4.0*”.

As etapas e objetivos deste projeto estão representadas na Figura 1.

Figura 1: Etapas para aumento da Produtividade proposto neste Programa



Espera-se alcançar os seguintes marcos e resultados:

- 1º Quad: Diagnóstico da empresa com relação a maturidade *Lean* e Indústria 4.0 (KPI: quantidade de departamentos diagnosticados dentro da empresa);
- 2º Quad: Implementação das iniciativas de *Lean* e propostas de projetos de Digitalização para as empresas (KPI: quantidade de iniciativas implementadas e melhoria de produtividade);
- 3º Quad: Implementação das iniciativas de Digitalização e propostas de projetos de Indústria 4.0 para as empresas (KPI: quantidade de iniciativas implementadas e melhoria de produtividade);
- 4º Quad: Validação das iniciativas de Indústria 4.0 em PoCs (Provas de Conceito) e Implementação junto a empresa (KPI: quantidade de iniciativas testadas e melhoria de produtividade; PoCs implementadas);
- 5º Quad: Validação das iniciativas de Indústria 4.0 em Ambiente fabril e Implementação junto as empresas (KPI: quantidade de iniciativas testadas e melhoria de produtividade; Iniciativas implementadas);
- 6º Quad: Finalização dos trabalhos de conclusão de curso sobre as temáticas levantadas na empresa sobre iniciativas da Indústria 4.0 e Finalização da Capacitação de demais funcionários das empresas (KPI: quantidade de alunos formados; quantidade de pessoas capacitadas na empresa e outras empresas da região).

3. Relevância do projeto para a sua área e aplicação no setor produtivo

Com a forte pressão para as indústrias permanecerem competitivas e com a inserção das novas tecnologias no meio fabril, é visível o surgimento da Quarta Revolução Industrial, chamada também de Indústria 4.0 ou Manufatura Avançada. A Indústria 4.0 traz consigo um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico e digital que prometem um impacto positivo sobre a produtividade, redução de custos, controle sobre o processo produtivo, customização da produção e entre outros. As principais tecnologias que permitem esta fusão são a Manufatura Aditiva, a Inteligência Artificial (IA), a Internet das coisas (IoT), e os Sistemas Ciber-Físicos (CPS). (Acatech, 2013).

A Indústria 4.0 é uma revolução dentro de cada indústria (Borini et.al., 2012). Para tornar realidade este avanço, as indústrias precisarão adotar uma estratégia dual: Transformar a indústria de hoje e construir a indústria do futuro (Oura et.al., 2016).

Transformar a indústria de hoje é trazer competitividade através da redução de desperdícios e do aumento de produtividade. Os conceitos e ferramentas *Lean* ou Manufatura Enxuta podem tornar realidade esta transformação. Especificar valor sob a ótica do cliente e transformar processos para gerar valor da forma mais eficaz sem interrupção e com produção sob demanda, são os princípios do *Lean Manufacturing* (Baraldi&Kaminski, 2014).

Construir a indústria do futuro é construir uma indústria inteligente com sistemas interconectados em todo o processo capazes de reduzir continuamente os desperdícios e aumentar a produtividade. Entretanto, o investimento em integrar estas novas tecnologias são grandes e necessitam de pessoas altamente qualificadas (Rodrigues et.al., 2016).

A região do Grande ABC (Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema e Mauá) consiste numa região altamente industrializada com foco no setor automotivo constituído de 6 montadoras, mais de 150 fornecedores de autopeças e ferramentarias. Esta região passa por uma forte desindustrialização, não só devido à crise recente do setor automotivo, mas também devido à falta de investimentos nas instalações fabris, falta de capacitação da mão-de-obra e principalmente dos novos executivos que sucedem a direção nas PMEs (Pequenas e Médias Empresas) sem a devida experiência, minando com isso a competitividade destas empresas (Ibusuki et.al., 2017).

Neste contexto foi constituída esta proposta que busca capacitar uma empresa âncora da região do ABC, através da parceria com uma instituição de ensino e pesquisa, que interage e trabalha em rede com o objetivo de diagnosticar, desenvolver, prototipar e testar soluções tecnológicas de fronteira que atendam às demandas da indústria automotiva de modo geral e em particular que ajude a desenvolver e modernizar sua cadeia produtiva de autopeças.

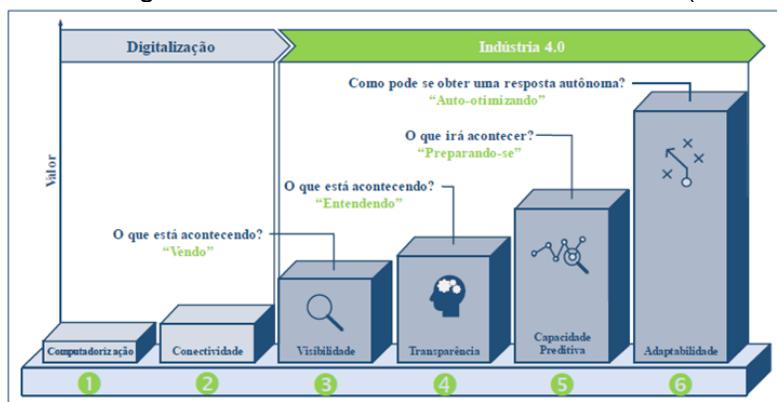
A presente proposta se justifica por diversos motivos, entre ele o de que esta região é a mais industrializada do país e muito rica em estrutura de ensino, contando com diversas universidades e escolas técnicas. Além disso, a região possui uma malha muito importante de pesquisa que contempla a estrutura de empresas nacionais e multinacionais. Sendo assim, o desenvolvimento de um Programa de Capacitação e Desenvolvimento de Projetos em *Lean 4.0* torna-se um movimento estratégico para desenvolver a indústria nacional automotiva visto que a cadeia produtiva automotiva possui alta concentração nesta região, além de ser um polo exportador nacionalmente e internacionalmente. Adicionalmente este programa pode ser um piloto para modelo de replicação em outras empresas da própria região do ABC.

4. Metodologia

Na quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0, considera-se qualquer processo Industrial e/ou Manufatura, que utilize sistemas Ciber-Físicos (Sensor-Atuador) (processos e/ou ferramentais e/ou equipamentos e/ou sistemas conectados por quaisquer meios de comunicação) de forma integrada e controlados e/ou auto-ajustados e/ou compensados por algum tipo de inteligência artificial, e que ainda possa promover a integração e interação entre os diversos níveis, sequenciais ou não, dos diversos sistemas e/ou etapas produtivas e/ou das organizações (Internas e Externas), nas mais diversas escalas de amplitude e intensidade que tenha por objetivo proporcionar um desempenho superior, e ainda propiciando maior segurança e saúde ocupacional (Acatech, 2013).

Pela definição descrita acima pode-se inferir que a implementação dos conceitos da Indústria 4.0 e/ou Manufatura Avançada só será plena quando se atingir o nível 6 da auto-otimização dos processos conforme Figura 4, mas deve-se levar em conta que o estágio a ser atingido depende da estratégia, das operações e dos processos de cada empresa. O estágio “ótimo” para uma pode ser apenas “regular” para outra empresa. (Del Conte et.al., 2016).

Figura 4. – Estágios de Desenvolvimento da Indústria 4.0 (Acatech, 2013)



A implementação da Manufatura Avançada ou Indústria 4.0, depende, também, do estágio inicial em que encontra a empresa, isto é, o sucesso da implementação, também, pode ser avaliado pelo “gap”, entre os estágios iniciais e finais da empresa. Este “gap” é capaz de explicitar todos os desafios tecnológicos enfrentados e associados a todas as incertezas, conforme estágios de maturidade descritos a seguir. Fazer essa passagem de bastão entre a indústria de hoje e a indústria do futuro é um movimento que exige maturidade e vivência da cultura Lean junto com a cultura Digital. Uma passagem de bastão segura se configura em um avanço linear e ordenado entre 6 etapas: Computadorização, Conectividade, Visibilidade, Transparência, Capacidade Preditiva, Adaptabilidade, para que finalmente haja a transição para a Indústria 4.0 (Figura 4). Desta forma é garantido que não haja uma automação do desperdício (ACATECH, 2013).

1^a etapa: LEAN MANUFACTURING ou MANUFATURA ENXUTA

Estágio 0 (Ferramentas Lean):

A implementação das técnicas e ferramentas da manufatura enxuta é o primeiro passo para a jornada da produtividade. As técnicas do Lean permitem as empresas organizarem seu fluxo produtivo, eliminando desperdícios e otimizando a agregação de valor através de técnicas do Sistema Toyota de Produção (Ohno, 1997; Vieira, 2017).

2^a etapa: DIGITALIZAÇÃO

Estágio 1 (Computadorização):

Neste estágio, diferentes tecnologias de informação são usadas isoladamente umas das outras. A computadorização é a base para a digitalização e sem ela é impossível fabricar muitos produtos modernos. No entanto, ainda é possível encontrar muitas máquinas sem uma interface digital. Isto é especialmente verdadeiro para máquinas com ciclos longos ou máquinas que são operadas manualmente. Nesses casos, os terminais costumam ser usados para fornecer o elo perdido entre aplicativos de negócios e máquinas.

Estágio 2 (Conectividade):

No estágio de conectividade, a implantação isolada da tecnologia da informação é substituída por componentes conectados. Os aplicativos de negócios amplamente usados estão todos conectados entre si e refletem os principais processos empresariais. Partes dos sistemas de tecnologia operacional (OT) fornecem conectividade e interoperabilidade. Conectividade significa que, uma vez que um projeto foi criado em engenharia, seus dados podem ser enviados para produção, de modo que as etapas de produção possam ser executadas de acordo (processos CAD / CAM).

3^a etapa: INDÚSTRIA 4.0

Estágio 3 (Visibilidade):

A visibilidade é fornecida por diversos tipos de Sensores, instalados ao longo dos processos da fabricação até a gestão da alta gerência, que permitem que os dados dos processos sejam capturados do início ao fim com um grande número de pontos de aquisição de dados. Os sensores tornam possível a criação de modelo digital atualizado de fábricas e de todos os processos e em todos os momentos. Estes modelos são conhecidos como “Digital Twins” ou “Digital Shadow”.

Estágio 4 (Transparência):

A próxima etapa, após a coleta de dados, é transformar dados em informação para tomada de decisão, por meio da compreensão: do que? e por que? está acontecendo e usar esse entendimento para produzir informação e conhecimento por meio de análises causa raiz. “Big data” é uma palavra chave neste estágio. É usado para descrever dados coletados em “massa” e grandes volumes e que não podem mais ser processados e analisados usando-se processos analíticos convencionais.

Estágio 5 (Capacidade Preditiva):

Uma vez que os dados coletados puderam ser combinados e agrupados segundo diversas lógicas na etapa anterior, estes dados agora podem ser processados segundo algoritmos inteligentes com objetivos diferentes que permitem prever e antecipar o “futuro” seja em termos de possíveis falhas de processo na fabricação, ou na gestão do próprio negócio. Com este resultado antecipado, as empresas podem tomar decisões e implementar medidas adequadas de forma antecipada.

Estágio 6 (Adaptabilidade):

Uma vez que, na etapa anterior, as relações de causa e efeito foram decifradas por algum tipo de algoritmo inteligente, torna-se possível tomar decisões corretivas de forma antecipada, autônoma e sem assistência humana. Deve-se levar em consideração que os riscos inerentes e associados aos processos de automação das decisões, são muitos e de extrema complexidade.

A manufatura avançada comprehende a organização e administração de toda a cadeia de valor do ciclo de vida dos produtos, propiciada pela integração de tecnologias e sistemas digitais no desenvolvimento, produção e logística de produtos e processos, com geração de valores nas cadeias produtivas, organização de trabalho, modelos de negócios e prestação de serviços inteligentes de internet a jusante, adequados às demandas dos consumidores. Propiciar condições de acesso e inserção das empresas brasileiras no ecossistema de manufatura avançada, com suporte da ciência, tecnologia e inovação para

desenvolvimento de cadeias produtivas de setores econômicos estratégicos e promissores para o País, que atendam a demandas de alcance social (Brasil, 2017).

5. Cronograma de execução

Tabela 1: Cronograma de atividades do projeto

Etapas	Descriutivo			Indicador de progresso / Metas			Duração Prevista		Responsável	
		Indicador da Etapa:	Prazo	Meta da Etapa:	Quantidade de mapeados	Início:	01/04/2022	Fim:	01/05/2022	UFABC
1.1 Diagnóstico da empresa	Mapeamento dos processos das empresas e diagnóstico das oportunidades de melhoria			Meta da Etapa:	Quantidade de mapeados	Início:	01/04/2022	Fim:	01/05/2022	UFABC
1.2 Alinhamento do escopo	Levantamento e seleção das melhorias junto a empresa e ICT's	Indicador da Etapa:	Prazo	Meta da Etapa:	Quantidade de melhorias sugeridas	Início:	01/05/2022	Fim:	01/06/2022	UFABC, VW
1.3 Definição do escopo	Definição das ações de melhoria a serem executados	Indicador da Etapa:	Prazo	Meta da Etapa:	Quantidade de melhorias validadas	Início:	01/06/2022	Fim:	01/07/2022	UFABC, VW
2.1 Levantamento de soluções	Pesquisa bibliográfica de estudos similares disponíveis nas bases de pesquisa acadêmica;	Indicador da Etapa:	Prazo	Meta da Etapa:	Quantidade de Soluções levantadas	Início:	01/07/2022	Fim:	01/08/2022	UFABC, VW
2.2 Desenvolvimento de soluções	Desenvolvimento de alternativas de soluções tecnológicas;	Indicador da Etapa:	Prazo	Meta da Etapa:	Quantidade de soluções validadas	Início:	01/08/2022	Fim:	01/10/2022	UFABC, VW
2.3 Validação de soluções	Teste em ambiente simulado da solução tecnológica proposta aplicando técnicas de Prova de Conceitos (PoC);	Indicador da Etapa:	Prazo	Meta da Etapa:	Quantidade de soluções testadas	Início:	01/10/2022	Fim:	01/01/2023	UFABC, VW
3.1 Implementação em ambiente real	Implementação em ambiente real de operação da solução tecnológica proposta;	Indicador da Etapa:	Prazo	Meta da Etapa:	Quantidade de Soluções implementadas em ambiente real	Início:	01/01/2023	Fim:	01/07/2023	UFABC, VW
3.2 Testes em ambiente real	Teste em ambiente real de operação da solução tecnológica proposta;	Indicador da Etapa:	Prazo	Meta da Etapa:	Quantidade de Soluções testadas em ambiente real	Início:	01/07/2023	Fim:	01/10/2023	UFABC, VW
3.3 Melhorias com base em testes	Diagnóstico e melhorias no desenvolvimento da solução tecnológica proposta;	Indicador da Etapa:	Prazo	Meta da Etapa:	Quantidade de melhorias implementadas	Início:	01/10/2023	Fim:	01/12/2023	UFABC, VW
4.1 Treinamento e capacitação	Treinamento e capacitação de funcionários da empresa executora;	Indicador da Etapa:	Prazo	Meta da Etapa:	Quantidade de Treinamentos implementado	Início:	01/04/2022	Fim:	01/04/2024	UFABC, VW
4.2 Difusão conhecimento	Elaboração de seminário e/ou simpósio com o conhecimento sobre a temática em questão;	Indicador da Etapa:	Prazo	Meta da Etapa:	Quantidade de Seminários realizados	Início:	01/01/2024	Fim:	01/04/2024	UFABC
4.3 Publicação conhecimento	Publicação de artigos em jornais acadêmicos e revistas especializadas.	Indicador da Etapa:	Prazo	Meta da Etapa:	Quantidade de Publicações efetuados	Início:	01/01/2024	Fim:	01/04/2024	UFABC

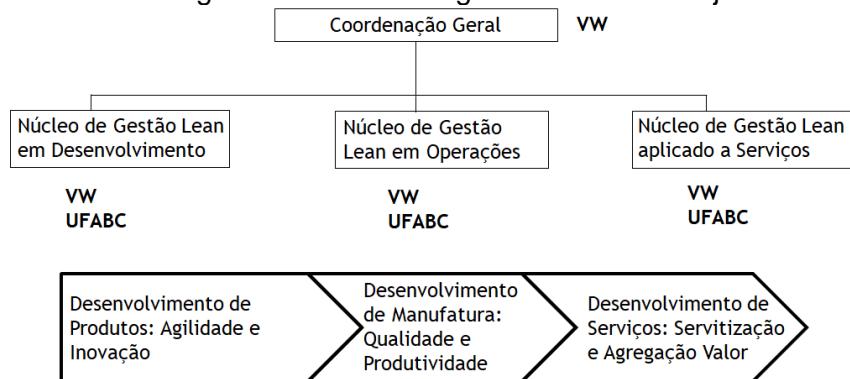
6. Gestão do projeto

No exercício de um trabalho cooperativo com uma empresa, os pesquisadores da empresa parceira serão integrados aos núcleos envolvidos e atuarão juntamente com o pessoal acadêmico sendo capacitados no programa de especialização em Gestão *Lean 4.0* e desenvolvendo projetos aplicados de *Lean* e Indústria 4.0 como parte do trabalho de conclusão do curso (TCC).

A presença permanente de pesquisadores da empresa parceira na equipe é uma condição indispensável para evitar a perda do foco e facilitar a posterior transferência da tecnologia. Outro aspecto crucial é o de identificar condições oportunas de aproveitamento de novas descobertas e conhecimentos que possam ser aproveitados pela indústria.

Alunos de pós-graduação e pesquisadores serão engajados a estes núcleos temáticos sob a orientação conjunta dos docentes das instituições de pesquisa e da indústria. Neste ponto, é importante destacar os programas de mestrado e doutorado industrial vigente na UFABC como um facilitador à participação efetiva de pesquisadores da indústria no projeto. Com isso a estrutura organizacional do Projeto foi desenhada com a seguinte formatação (Figura 5).

Figura 5: Estrutura Organizacional do Projeto



A estrutura organizacional é composta por uma Coordenação Técnico-Administrativa e Financeira do Programa que irá administrar os recursos de cada projeto em consonância com os docentes de cada Núcleo de Especialização e os pesquisadores da empresa. A base da tomada de decisão da Coordenação Técnica será o diagnóstico que deverá gerar demandas de pesquisa para os 3 núcleos de especialização abrangendo etapas do desenvolvimento, manufatura e serviços.

O tema que caracteriza um núcleo de especialização serve aos interesses peculiares de vários departamentos dentro da empresa. Logo, os pesquisadores de um determinado núcleo poderão participar de projetos com diferentes departamentos e o projeto de um departamento será conduzido por vários núcleos. Esta estratégia de atuação viabiliza, portanto, a cooperação entre departamentos quando houver concordância dos envolvidos. Com base nestes tópicos, foi elaborado uma grade curricular para o programa de capacitação em *Lean 4.0* conforme tabela 2 a seguir, definindo a espinha dorsal de cada núcleo de especialização através das disciplinas obrigatórias e mantendo uma flexibilidade para que cada empresa busque ajustar a busca do conhecimento através da seleção de disciplinas eletivas, customizando a resolução de problema de acordo com o objetivo de cada departamento.

Núcleo - 1: Gestão Lean em Desenvolvimento

Descrição: Esta linha de especialização abrange estudos sobre modelos de desenvolvimento de produtos e gestão da inovação, tais como as várias metodologias de gestão de projetos tradicionais e formas de otimização. Também são considerados os conceitos ágeis de desenvolvimento de produtos aplicado às *start-ups*.

Núcleo - 2: Gestão Lean em Operações

Descrição: Esta linha de especialização trata dos aspectos relacionados ao planejamento, programação e controle de produção e seus recursos, pertinentes ao segmento manufatureiro, além das operações e sistemas logísticos focados aos segmentos industriais.

Núcleo - 3: Gestão Lean aplicado a Serviços

Descrição: Esta linha de especialização trata dos aspectos relacionados ao terceiro setor focado em Serviços. O setor com maior representatividade no PIB Nacional também representa um desafio no que tange a gestão de pessoas, motivação e busca de padronização para a melhoria da qualidade do serviço prestado, além de buscar agregar valor agregado a atividade.

Tabela 2: Relação de disciplinas Obrigatórias (O) e Eletivas (E) no Núcleo Especialização

Linha de especialização	Disciplinas (O: Obrigatória, E: Eletiva)												
	1- Gestão da Produção e Operações Enxutas	2 - Logística Lean e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos	3 - Gerenciamento Ágil de Projetos	4 - Gestão da Inovação	5 - Análise estatística aplicado a Serviços	6 - Gestão de Serviços e PSS - Product Service System	7 - Metodologia da Pesquisa Aplicada à Engenharia	8 - Métodos de Optimização Aplicados à Engenharia	9 - Qualidade Total e Desenvolvimento de Produto	10 - Manufatura Avançada	11 - Big data e Data analytics	12 - Fundamentos do Pensamento Lean e as ferramentas Lean	13 - TCC - Trabalho de Conclusão de Curso
1. Gestão Lean em Desenvolvimento	E	E	O	O	E	E	E	E	E	E	E	O	O
2. Gestão Lean em Operações	O	O	E	E	E	E	E	E	E	E	E	O	O
3. Gestão Lean aplicado a Serviços	E	E	E	E	O	O	E	E	E	E	E	O	O

7. Viabilidade do Projeto

1. Técnica

A equipe de projeto é composta por um coordenador gerente do departamento *Lean Office* da empresa executora, tendo atuado em vários projetos de melhoria de produtividade. O grupo de pesquisa é composto por 8 professores doutores atuantes na UFABC (Tabela 3), instituição parceira, que possuem uma vasta experiência com o setor automotivo. Dentro deste quadro de docentes, temos dois docentes de grande experiência tanto na temática da Indústria 4.0, com pesquisa junto a universidades da Alemanha, país origem da 4^a revolução industrial, assim como um docente especialista em *Lean Manufacturing* com pesquisa junto a universidades do Japão, país origem da temática em questão.

Além disso, será disponibilizada uma área de 100 m² no laboratório de manufatura interdisciplinar da UFABC no campus de SBC (prédio Ômega) onde um Testbed de Manufatura Avançada está sendo implementado com o financiamento através do edital Edital MDIC No 1/2018 CHAMADA PÚBLICA DO MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS PARA A CRIAÇÃO DE PLATAFORMAS DE EXPERIMENTAÇÃO – TEST-BED em parceria com a ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2018) no valor de R\$300.000,00.

2. Econômica e Mercadológica

O objetivo geral do projeto consiste na busca de eficiência econômica através de ganhos de produtividade da ordem de 20% em tempos, custos e estoques. Porém indo além do ambiente interno fabril, as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 permitem a integração vertical e horizontal da cadeia produtiva das empresas participantes do ecossistema automotivo. Isso permite a troca rápida de informações críticas de mercado, como variação de demanda e modelos, permitindo assim a customização dos produtos ao cliente final. Sendo assim, a empresa executora sugeriu os seguintes projetos como parte da pesquisa aplicada para elaboração do TCC pelo grupo de funcionários a serem capacitados no programa de especialização em Gestão *Lean 4.0*:

- Projeto 1: otimização topológica aplicado a matriz de estampagem (Ferramentaria). Proposta de solução: analisar o desenho atual do projeto de matriz de estampagem e propor redução de material fundido afim de reduzir peso e custo da matriz de estampagem. Para tanto será utilizado técnicas de otimização topológica para redução de material em regiões de pouco concentração de tensão.
- Projeto 2: identificação de falhas no ponto de solda de carroceria (Armação)

Proposta de solução: analisar os pontos de solda de carroceria por sistema de visão computacional acoplado a um robô colaborativo afim de identificar os pontos com possíveis defeitos de solda na operação de controle de qualidade por amostragem.

- Projeto 3: monitoramento da qualidade de pintura de carrocerias (Pintura)
Proposta de solução: analisar a pintura de carrocerias por sistema de visão computacional acoplado a um robô industrial afim de identificar os pontos com possíveis defeitos de pintura na linha de inspeção de qualidade.
- Projeto 4: monitoramento da qualidade de peças estampadas (Estamparia)
Proposta de solução: analisar a qualidade de peças estampadas por sistema de visão computacional posicionado na esteira de controle de qualidade final afim de identificar os pontos com possíveis defeitos de conformação.
- Projeto 5: montagem da bieleta da suspensão com auxílio de robô colaborativo (Montagem Final)
Proposta de solução: analisar a montagem de um sistema com robô colaborativo e apertadeira para aparaafusar porca da bieleta da suspensão na linha de montagem.

OBS.: estes projetos são propostas sugeridas inicialmente pela empresa executora, podendo ser alterado de acordo com o diagnóstico da equipe UFABC que busca um mapeamento holístico das oportunidades em toda a empresa.

8. Grau de Inovação e Potencial de Impacto dos Resultados

A proposta de projeto aqui apresentada reunirá a empresa executora que manifestou o inequívoco interesse na incorporação de valores aos seus processos produtivos, admitindo compartilhar conhecimentos e infraestruturas com pesquisadores da academia e ainda disponibilizando recursos de contra-partida significativos conforme Tabela 2. Nos detalhes desta parceria é prevista a aproximação de pesquisadores das indústrias com os da universidade que juntos buscarão soluções aos problemas apresentados. Assim sendo os resultados esperados pelo Programa são:

- 1) Impacto Econômico: Empresa diagnosticada e otimizada na metodologia *Lean* e Indústria 4.0 (meta: mínimo de 20% de melhoria de produtividade)
- 2) Impacto Tecnológico: PoCs implementados em nível TRL 6 (Demonstração de funções críticas de protótipo em ambiente relevante) para o desenvolvimento de novas tecnologias e protótipos de validação junto a empresa executora (meta: 5 PoCs implementados)
- 3) Impacto Científico: Alunos multiplicadores formados em TCCs nas temáticas do *Lean* e Indústria 4.0 com publicações para disseminação do conhecimento (meta: 15 alunos)
- 4) Integração Social: disseminação do conhecimento e divulgação dos resultados alcançados através deste projeto para a cadeia automotiva da região do ABC (meta: divulgação para 30 empresas da região), sendo que este modelo pode ser replicado a outras empresas.

9. Pesquisa em Bases de Propriedade Intelectual

A proposta tem como meta o desenvolvimento da capacidade de análise e de crítica, contribuindo na identificação e discussão dos problemas na área de estudo bem como sua interação com áreas afins, impulsionando o desenvolvimento científico, cultural, social e econômico regional e nacional. A equipe se propõe a formar pessoas com amplo domínio dos campos do saber e profissionais altamente qualificados para suprir a demanda do desenvolvimento tecnológico. O Projeto cria condições para o desenvolvimento de práticas empresariais transformadoras ao empregar os conhecimentos de novas técnicas e processos da Indústria 4.0.

Esta proposta irá além de uma simples capacitação de uma empresa, mas será desenvolvida uma plataforma educacional que irá captar desafios da indústria e da sociedade, com características interdisciplinares e promover o estímulo de novas

habilidades para os futuros profissionais. A capacidade de ser replicada é um requisito da plataforma educacional proposta e tem o intuito de romper fronteiras para aproximar os conceitos da Indústria 4.0 da educação universitária. Dentro da plataforma, cada “projeto” realizado terá como resultado não só a solução das demandas levantadas por uma empresa, mas também uma série de projetos inovadores, incluindo novos modelos de negócio, produtos, processos, que estimulem a criação de inovação e depósito de patentes que integrem e beneficiem indústria, sociedade e universidade. A segunda ruptura esperada é a superação de barreiras geográficas, viabilizando a replicação do modelo em outras empresas.

10. Equipe Executora, Bolsas Solicitadas e Contrapartida

A equipe técnica será composta de docentes da UFABC, engenheiros da VW e mais um aluno de mestrado com dedicação exclusiva que irá apoiar no desenvolvimento dos projetos aplicado na empresa.

Tabela 2: Horas dedicadas por pesquisador da empresa e contribuição da contra-partida

Nome	CPF	Titulação	Especialidade	Atividades a serem desenvolvidas	Início das atividades (mês/ano)	Duração das atividades (meses)	Carga horário semanal dedicada ao projeto	Valor da contrapartida econômica (taxa hora R\$150)
Flávio Pessutte	245.445-728-86	Graduação	Tecnologia de Produção	Coordenação geral	04/2022	24	2	R\$28.800
Leandro C. Cavalcante	359.689-268-64	Graduação	Tecnologia de Mecânica	Pesquisador Projeto 1	04/2022	24	4	R\$57.600
Nikolas N. Cantalice	472.547-978-02	Graduação	Ciência e Tecnologia	Pesquisador Projeto 1	04/2022	24	4	R\$57.600
Vinicius S. Ferreira	377.569-648-29	Graduação	Engenharia de Automação	Pesquisador Projeto 1	04/2022	24	4	R\$57.600
Raíza C. Silva	441.799-598-28	Graduação	Tecnologia em Mecatrônica	Pesquisador Projeto 1	04/2022	24	4	R\$57.600
Fabio F. Moura	180.356-878-08	Graduação	Gestão da Qualidade	Pesquisador Projeto 1	04/2022	24	4	R\$57.600
Vanessa Thaís Oliveira Leite	437.564-978-01	Graduação	Engenharia de produção	Pesquisador Projeto 2	04/2022	24	4	R\$57.600
Ricardo Petti	218.123-348-93	Graduação	Tecnólogo de Produção	Pesquisador Projeto 2	04/2022	24	4	R\$57.600
Aline Linhares	431.493-508-16	Graduação	Tecnólogo Automação	Pesquisador Projeto 2	04/2022	24	4	R\$57.600
Elthon Gonçalves Schivo	338.114-438-36	Graduação	Tecnólogo Automação	Pesquisador Projeto 3	04/2022	24	4	R\$57.600
Danilson Baioni	220.829-978-71	Graduação	Engenharia Mecânica	Pesquisador Projeto 3	04/2022	24	4	R\$57.600
Rafael A. A. Barbosa	223.569-968-50	Pós-Graduação	Tecnólogo Mecatrônica	Pesquisador Projeto 3	04/2022	24	4	R\$57.600
Tadeu Drapzichinski de Campos	216.944-318-51	Graduação	Sistemas de Informação	Pesquisador Projeto 4	04/2022	24	4	R\$57.600
Mauro Felipe da Silva Minchuerri	389.350-298-07	Graduação	Engenharia de produção	Pesquisador Projeto 5	04/2022	24	4	R\$57.600
Leandro Ragassi	349.589-418-78	Graduação	Engenharia Elétrica	Pesquisador Projeto 5	04/2022	24	4	R\$57.600
Valor total da contrapartida econômica:								R\$835.200,00 (210% do valor solicitado)

Tabela 3: Quantidade de bolsas solicitadas para pesquisador externo e valor financeiro a ser aportado pelo CNPq

Modalidade e Nível	Duração da bolsa (meses)	Perfil do bolsista	CPF	Curriculum lattes	Atividades de pesquisa a serem realizadas	Início das atividades (mês/ano)	Valor da bolsa individual	Valor total da bolsa
SET-A	24	Prof. Dr. Ugo Ibusuki	272.679.948-57	http://lattes.cnpq.br/5808542864595241	Docente coordenador	04/2022	R\$6.000 x 60% (redutor cargo estatutário)	R\$86.400
SET-A	10	Profa. Dra. Silvia Novaes Turri Zilber	085.122.618-38	http://lattes.cnpq.br/2329851999310719	Docente orientador	04/2022	R\$6.000 x 60% (redutor cargo estatutário)	R\$36.000

SET-A	10	Profa. Dra. Franciane Freitas Silveira	561.656.763-91	http://lattes.cn br/2841051412997153	Docente orientador	04/2022	R\$6.000 x 60% (redutor cargo estatário)	R\$36.000
SET-A	10	Prof. Dr. Klaus Schützer	833.798.518-68	http://lattes.cn br/4773163298330635	Docente orientador	04/2022	R\$6.000 x 60% (redutor cargo estatário)	R\$36.000
SET-A	10	Prof. Dr. Erik Gustavo Del Conte	270.385.778-08	http://lattes.cn br/6113062789118968	Docente orientador	04/2023	R\$6.000 x 60% (redutor cargo estatário)	R\$36.000
SET-A	10	Prof. Dr. Ailton Conde Jussani	041.623.528-01	http://lattes.cn br/8241411091939604	Docente orientador	04/2023	R\$6.000 x 60% (redutor cargo estatário)	R\$36.000
SET-A	10	Prof. Dr. José Roberto Tálamo	896.265.408-34	http://lattes.cn br/8214270166980639	Docente orientador	04/2023	R\$6.000 x 60% (redutor cargo estatário)	R\$36.000
SET-A	10	Prof. Dr. Cláudio Nogueira de Meneses	300.182.933-87	http://lattes.cn br/5821173105448845	Docente orientador	04/2023	R\$6.000 x 60% (redutor cargo estatário)	R\$36.000
SET-G	23	Mestrando a definir	A definir	A definir	Pesquisador nível mestrado	04/2022	R\$2.500	R\$57.500
							Valor total da verba solicitada:	R\$396.000,00

11. Estratégias de Divulgação

A disseminação do conhecimento gerado neste projeto de pesquisa aplicada será realizada da seguinte forma:

1. Publicação em Artigos Científicos Internacionais de Alto Impacto (meta: 3 publicações Qualis-Capes >B1);
2. Apresentação em Congressos e Simpósios Nacionais e Internacionais (meta: 10 apresentações)
3. Capacitação de Alunos e Funcionários da empresa executora e de outras empresas da região do ABC (meta: 30 empresas);
4. Desenvolvimento de Pesquisa Aplicada junto com a Empresa e Alunos da de graduação e mestrado de Engenharia de Produção UFABC (meta: 10 alunos desenvolvendo projetos IC, TCC, dissertação de mestrado)

REFERÊNCIAS

1. ABDI. "Inovação, Manufatura Avançada e o Futuro da Indústria: Uma Contribuição ao Debate sobre as Políticas de Desenvolvimento Produtivo", 2018.
2. ACATECH. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. National Academy of Science and Engineering, Federal Ministry of Education and Research, Germany 2013.
3. BARALDI, E. C. ; KAMINSKI, P. C. . Product and process development using the lean thinking principles in an Automotive Industry. SAE Technical Paper Series, v. 2014-36, p. 1-13, 2014.
4. BORINI, F. ; OLIVEIRA JR. M. M. ; SILVEIRA, F. S. ; CONCER, R. O. . The Reverse Transfer of Innovation of Foreign Subsidiaries of Brazilian Multinationals. European Management Journal (Cessou em u992), v. 30, p. 219-231, 2012.
5. BRASIL, Plano de CT&I para Manufatura Avançada no Brasil: ProFuturo – Produção do Futuro. MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. Brasília, 2017.
6. DEL CONTE, ERIK; TEIXEIRA, JULIO CARLOS ; ALBERTERIS CAMPOS, MANUEL ; PICCOLO, HENRIQUE ; OLIVA, DAVY ; RODRIGUES, LEONARDO . Barkhausen Noise Analysis as an Alternative Method to Online Monitoring of Milling Surfaces. IEEE Transactions, v. 52, p. 1-1, 2016.
7. IBUSUKI U., KAMINSKI P.C., PASCOAL E.T., O Sistema de Inovação do Setor Automotivo Brasileiro: lições aprendidas com Inovar-Auto, CBGDP – Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto, Poli-USP, 2017.
8. OHNO T. O Sistema Toyota de Produção. Porto Alegre: Bookman, 1997.
9. OURA, M. M. ; ZILBER, S. N. ; LOPES, Evandro Luiz . Innovation capacity, international experience and export performance of SMEs in Brazil. International Business Review, v. 25, p. 921-932, 2016.
10. RODRIGUES, L.F. ; JESUS, R.A. ; SCHUTZER, K. . Industrie 4.0 - Uma Revisão da Literatura. REVISTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, v. 19, p. 33-45, 2016.
11. VIEIRA, Daniel Éder; COELHO, Pâmela Ferreira. O Sistema Toyota de Produção e seus pilares de sustentação no âmbito organizacional: uma abordagem teórica. Anais do V Simpósio de Engenharia de Produção. SIMEP, p. 3099-3107, 2017.