

GERENCIAMENTO DO CRONOGRAMA DE ESTRUTURAÇÃO DO PROCESSO DE MANUFATURA NO DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTO

¹ Renan de Almeida, reenan2.almeida@gmail.com

¹ Bruno Andrade Costa, brunofarm@hotmail.com

¹ USP ESALQ - SP

RESUMO

Alterações de comportamento e necessidades gerais da sociedade estão cada vez mais complexas e imprevisíveis. A COVID-19 foi o acontecimento mais recente que transformou bruscamente o comportamento de toda população e impactou o mundo com milhões de mortos até o momento. Nesse cenário as organizações estão adotando o desenvolvimento integrado de produto como estratégia para responder mais rapidamente a pressão e competitividade do mercado e atender as demandas da sociedade. Com base nisso, esse trabalho teve como objetivo a estruturação do processo de manufatura no desenvolvimento integrado de produto em uma indústria de dispositivos médicos. Primeiramente foi estruturado o escopo de atuação do departamento de engenharia de processos na organização através de *benchmarking* com especialistas da área de manufatura. Em seguida foi realizado o mapeamento e sequenciamento das atividades, a estimativa de duração e posteriormente a elaboração do cronograma. Como resultado desse trabalho foi possível constatar que a área de manufatura é diferente em cada organização, uma vez que isso está diretamente correlacionado com o contexto, nível tecnológico, modelo de negócio e segmento de mercado de atuação da empresa. A partir da estruturação do escopo de atuação foi elaborada uma proposta para o processo de desenvolvimento integrado de produto através de um cronograma das atividades de manufatura, considerando o trabalho de engenharia simultânea. Por fim, com a implementação desse novo processo é esperado uma redução no tempo de desenvolvimento de projetos, permitindo ganho em *time to Market* de novos produtos.

Palavras-chave: *Gerenciamento de Projeto; Desenvolvimento Integrado de Produto; Estruturação do Processo de Manufatura.*

Data de recebimento: 03/05/2022

Data de aceite: 25/06/2022

Data de Publicação: 30/06/2022

MANUFACTURING PROCESS STRUCTURING SCHEDULE MANAGEMENT IN INTEGRATED PRODUCT DEVELOPMENT

¹ Renan de Almeida, reenan2.almeida@gmail.com

¹ Bruno Andrade Costa, brunofarm@hotmail.com

¹ USP ESALQ - SP

ABSTRACT

Changes in society's behavior and needs are increasingly complex and unpredictable. COVID-19 was the most recent event that transformed the behavior of the entire population and impacted the world with millions of deaths. In this scenario, organizations are adopting integrated product development as a strategy to respond faster to market pressure and competitiveness and meet society's demands. Based on this, this work aimed to structure the manufacturing process in integrated product development in a medical device industry. First, the scope of the process engineering department in the organization was structured through benchmarking with specialists in the manufacturing area. Then, the mapping and sequencing of activities, the estimation of duration and later the preparation of the schedule were carried out. As a result of this work, it was possible to verify that a manufacturing area is different in each organization, since this is directly correlated with the context, technological level, business model and market segment in which the company operates. Based on the structuring of the scope of action, a proposal was made for the integrated product development process through a schedule of manufacturing activities, considering the simultaneous engineering work. Finally, with the implementation of this new process, a reduction in project development time is expected, allowing a gain in time to Market for new products.

Keywords: *Project Management; Integrated Product Development; Structuring the Manufacturing Process.*

INTRODUÇÃO

O mundo atual está em um contexto *Volatile, Uncertain, Complex and Ambiguous* [VUCA] - (volátil, incerto, complexo e ambíguo, tradução livre). Nesse cenário, os ambientes de negócio e as organizações precisam, frequentemente, adaptar-se as novas situações cotidianas, alterações das demandas de mercado, assim como as necessidades da sociedade (Scherer & Carlomagno, 2016).

Com o intuito de ajudar as organizações a estarem preparadas para esse cenário, James e Bennett (2014) desenvolveram um guia de abordagem em função dos principais desafios de uma organização: o quanto você sabe sobre uma situação? e o quão bem você pode prever os resultados de suas ações? sendo para cada resposta, uma recomendação diferente de abordagem.

O mais recente exemplo do contexto VUCA foi o surgimento do novo corona vírus – Sars-CoV-2 denominado de COVID-19. Os primeiros casos de Sars-CoV-2 foi descoberto no final do ano de 2019 na cidade de Wuhan na China. Alguns dos sintomas deste vírus podem ser desde uma síndrome respiratória aguda grave, insuficiência pulmonar, pneumonia além de alguns tipos de manifestações sistêmicas de leve a grave. A COVID-19 tem impactado a

humanidade com milhões de mortos até o momento, além de levar a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarar em 12 de março de 2020 o de estado de pandemia (Ciotti et al., 2020).

Diante desse cenário atual, as indústrias de manufatura de equipamentos médicos têm experienciado uma maior pressão e competitividade para o desenvolvimento e fabricação de produtos inovadores com mais agilidade e eficiência para atender as demandas da sociedade (Seleem, Attia, Karam, & El-Assal, 2020). Nesse contexto encontra-se a organização a ser estudada, empresa dedicada à fabricação de produtos médico-cirúrgico-hospitalares, nos seguimentos de perfusão, minimamente invasivos, eletromédicos e biológica. A indústria em questão foi fundada na década de 70 (Barros, Rivetti, Furlanetto, Teixeira, & Welikow, 2020) e surgiu para atender as necessidades da sociedade na viabilização da cirurgia cardíaca brasileira (Buffolo, 2009).

Com um processo de fabricação verticalizado, a planta possui 2000 m² de área limpa, com salas de produção com controle de partículas seguindo a ABNT NBR ISO 14644-1 Classe 100.000, 10.000 e 100 (Krippner, 2010). Além das quatro principais divisões de produção, perfusão, minimamente invasivos, biológica e eletromédicos, a empresa têm um parque de injeção, ferramentaria e um centro de usinagem para fabricação de itens primários e, um departamento de química para fabricação de soluções e produção de água por osmose reversa. Os testes de controle como esterilidade, microbiológico e físico-químico também são realizados no laboratório próprio (Cunha, 2012).

Atualmente, com cerca de 300 colaboradores, a empresa lançou o Sistema Solis (Vasconcelos, 2021), um produto que permite a realização da terapia de *Extracorporeal Membrane Oxygenation* [ECMO] - (oxigenação de membrana extracorpórea, tradução livre) – a qual pode ser recomendada no tratamento de pacientes que sofrem de insuficiência respiratória aguda, comum em casos graves da COVID-19 (Ciotti et al., 2020). Com o intuito de estar mais capacitada para responder rapidamente as novas demandas e necessidades da sociedade (James & Bennett, 2014), a organização criou o departamento de Engenharia de Processos para atuar no Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP) e na estruturação dos processos de manufatura.

O desenvolvimento integrado de produto consiste na abordagem sistêmica para que a equipe de projeto considere desde o início todos os elementos do ciclo de vida do produto, da concepção ao descarte, incluindo a manufatura e suporte. Um dos principais benefícios do desenvolvimento integrado é a diminuição do ciclo de desenvolvimento do projeto, uma vez que atividades que eram realizadas somente após o término e aprovação do desenvolvimento

do produto são antecipadas de forma que seu início não dependa dos ciclos de finalização desta etapa; conseqüentemente com a redução do tempo de desenvolvimento também tem a diminuição de despesas do projeto (Rozenfeld et al., 2012).

É de fundamental importância para as organizações que o chão de fábrica esteja preparado para o início da fabricação em série de novos produtos, alinhado com o cronograma de desenvolvimento do projeto, uma vez que, a partir da certificação, o produto pode ser comercializado e a produção precisa estar capacitada para atender as demandas do plano de vendas. Para isso, os recursos produtivos necessários para a fabricação precisam estar devidamente instalados, os processos de manufatura devem estar padronizados para diminuir a variabilidade, aumentar a eficiência da produção e diminuir eventuais desvios de primeira fabricação, sempre atendendo os requisitos de projeto, as normas de fabricação e os mais rigorosos critérios de qualidade.

Devido a competitividade, as empresas estão adotando cada vez mais o gerenciamento de projetos para entregar valor de negócio de forma consistente para se manterem competitivas na economia mundial (Kenneth, 2001). O gerenciamento do cronograma, bem como a determinação e clareza do caminho crítico, possibilita obter respostas mais rápidas para eventuais variações no decorrer do desenvolvimento do projeto, permitindo identificar as ações preventivas ou corretivas necessárias para execução do projeto no prazo estipulado (Kenneth, 2001).

Desta forma, o principal objetivo desse trabalho consiste na estruturação do processo de desenvolvimento integrado de produto através do mapeamento das principais responsabilidades e entregas do departamento de Engenharia de Processos no desenvolvimento do projeto, com a criação de um cronograma para o gerenciamento das atividades.

1 - MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho corresponde a uma parte do processo de estruturação do departamento de Engenharia de Processos da indústria de dispositivos médicos relatada neste projeto. Para realização deste trabalho foi desenvolvido um cronograma do processo de desenvolvimento integrado de produto, com foco na estruturação do escopo de atuação da área de manufatura, seguindo o método do “*Project Management Body of Knowledge [PMBOK]*” (Kenneth, 2001), utilizando-se o software MS Project (Prado & Marques, 2017) para a elaboração do cronograma. Para tal, o trabalho foi dividido em 2 etapas, contemplando desde a estruturação

das principais funções e organograma do departamento através de uma pesquisa com especialistas da área de manufatura, com a definição de escopo de atuação na organização e no processo de desenvolvimento integrado de produto, até a definição e sequenciamento das atividades, identificação do caminho crítico e elaboração do cronograma. Cada uma das etapas desenvolvidas será explicada em detalhes a seguir.

1.1 - Etapa 1 – Definição do escopo de atuação do departamento

Como primeira etapa do projeto, a fim de identificar, mapear e definir as principais funções e responsabilidades de um departamento de Engenharia de Processos em uma organização, alguns profissionais de referência na área de manufatura foram procurados. Dentre esses profissionais é possível destacar três professores do departamento de engenharia de produção da Escola de Engenharia de São Carlos [EESC-USP], e dois gestores da área de manufatura de duas empresas referências na indústria brasileira, uma atuante no segmento de eletrodomésticos (linha branca) e a outra no segmento de aviação. Através desse *benchmarking* (avaliação comparativa, tradução livre) foi possível realizar visitas a uma planta fabril de cada organização para aprender sobre a estrutura organizacional de manufatura e o escopo de atuação do departamento de engenharia de processos dentro de cada fábrica. Além disso, o livro *Sistemas de Manufatura* (Agostinho, 2018) também foi utilizado como referência de estudos sobre o tema.

1.2 - Etapa 2 – Estruturação do Processo de Manufatura no Desenvolvimento de Produto

Na segunda etapa do projeto, inicialmente foi realizada uma análise sobre o processo de desenvolvimento de produto a fim de mapear todas as atividades correlacionadas a área de manufatura, uma vez que outros departamentos da organização eram responsáveis por executar essas atividades antes da criação do departamento de Engenharia de Processos. Para realização desta análise foram utilizados procedimentos internos, como o manual do sistema de gestão integrado da qualidade, o procedimento de gerenciamento de projeto e documentos de projetos anteriores, além disso, também foram realizadas diversas reuniões de *brainstorming* (tempestade de ideias, tradução livre) e alinhamento com quatro gestores mais experientes da empresa.

Com o mapeamento da situação atual do processo de desenvolvimento de produto, foi

elaborada uma Estrutura Analítica do Projeto [EAP] representando a situação futura das principais entregas correlacionadas a área de manufatura com o objetivo de visualizar de forma estruturada todas as entregas necessárias do departamento de Engenharia de Processos dentro do processo de desenvolvimento de produto, seguindo as fases do gerenciamento de projetos da empresa.

A partir da estrutura analítica do projeto, foram definidas e identificadas todas as atividades necessárias para produzir as entregas do projeto através da decomposição dos pacotes de trabalho estruturados na etapa anterior. Essa parte do trabalho foi realizado através de reuniões e discussões em conjunto com os membros da equipe do departamento de Engenharia de Processos. Já com todas as atividades definidas, foi realizado o sequenciamento lógico de realização do trabalho considerando as fases do desenvolvimento do projeto e as interações entre cada atividade, identificando as interdependências e definindo as correlações de início e término de cada atividade. Posteriormente, foi estimado a duração das atividades através da estimativa análoga de projetos anteriores, em seguida foi analisado o caminho crítico através da aplicação das técnicas PERT/CPM considerando a disponibilidade de recursos e as restrições. Por fim, foi realizado o desenvolvimento do cronograma através do gráfico de Gantt, onde as atividades são representadas em uma lista de linhas e a duração de cada atividade é representada por barras nas colunas, cujo tamanho é proporcional ao tempo necessário para execução de cada atividade. A visualização do cronograma a partir do gráfico de Gantt facilita o acompanhamento e monitoramento durante a execução do projeto.

2 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados o escopo de atuação do departamento de Engenharia de Processos, através da proposta de um organograma; a partir da definição do escopo de atuação será apresentado o cronograma de atividades correlacionadas a área de manufatura no processo de desenvolvimento integrado de produto.

2.1 - Etapa 1 – Escopo de atuação do departamento de Engenharia de Processos

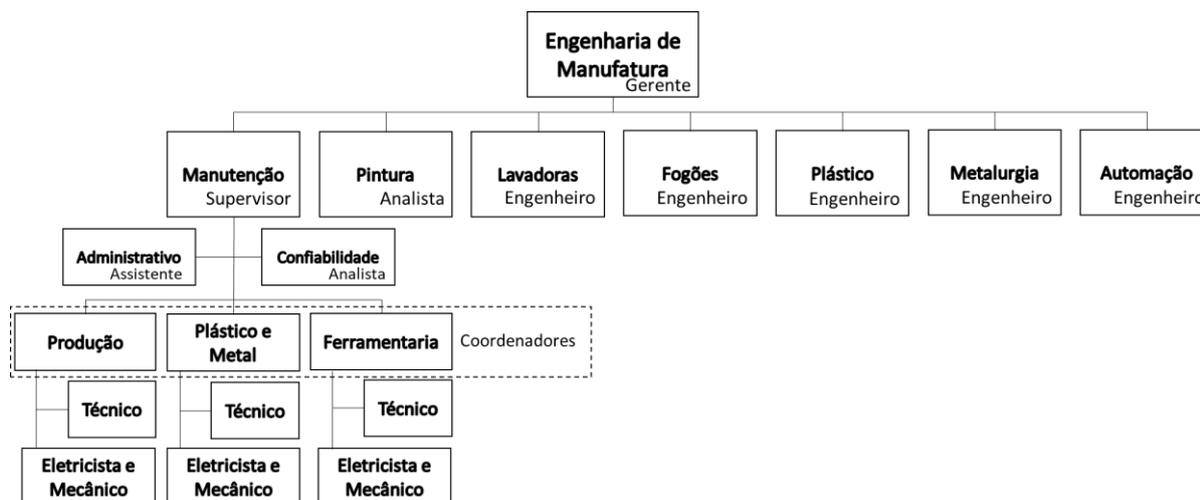
Nas conversas e reuniões com os professores do departamento de produção da Escola de Engenharia de São Carlos [EESC-USP] foi possível constatar que não há modelos específicos de escopo, organograma e gestão indicados para indústrias de manufatura, uma vez

que cada organização é única em seu contexto, nível tecnológico, modelo de negócio e na atuação em determinado segmento de mercado. Portanto, não existe um modelo de trabalho correto ou padrão para atingir, desta forma, é possível concluir que a essência do sistema de manufatura é compreender as necessidades de cada parque fabril e conseguir estruturar processos que permitam a sinergia do fluxo de informações para que a organização consiga responder de forma rápida as necessidades do mercado, aumentando sua capacidade de competição no segmento em que atua.

A partir do *benchmarking* com os gestores e das visitas às fábricas das duas empresas, foi possível aprender sobre o escopo de atuação do departamento de manufatura de cada uma das organizações. Com base na compreensão de atuação foi elaborado um modelo esquemático de organograma para ilustrar a divisão de atividades de atuação dos departamentos de manufatura em cada organização.

Na indústria de manufatura de eletrodomésticos (linha branca), foi possível observar pelo modelo esquemático de organograma ilustrado na Figura 1 que o escopo de atuação da Engenharia de Manufatura engloba a parte de Manutenção da fábrica, além disso o departamento é dividido por equipes dedicadas especificamente em: processos de fabricação, como por exemplo Pintura, Plástico e Metalurgia; ou por linha de produtos, como Lavadoras e Fogões; além de ter uma equipe dedicada para atuação na Automação da fábrica. É importante ressaltar que a equipe de manutenção conta com mão-de-obra dedicada tanto para aquisições quanto para gestão de fornecedores, separada da área de suprimentos da organização, uma vez que essa equipe gerencia especificamente o estoque de manutenção e reposição de peças. Por fim, a equipe de manutenção é dividida em três funções de suporte: Produção, Plástico e Metal e Ferramentaria. Para cada divisão há profissionais capacitados especificamente para cada modelo de máquina e tecnologia associada ao processo produtivo, estratégia utilizada para ser mais eficiente no atendimento e suporte da produção no surgimento de ocorrências de parada de máquinas.

Figura 1. Modelo esquemático de organograma de Manufatura em uma empresa do segmento de eletrodomésticos.

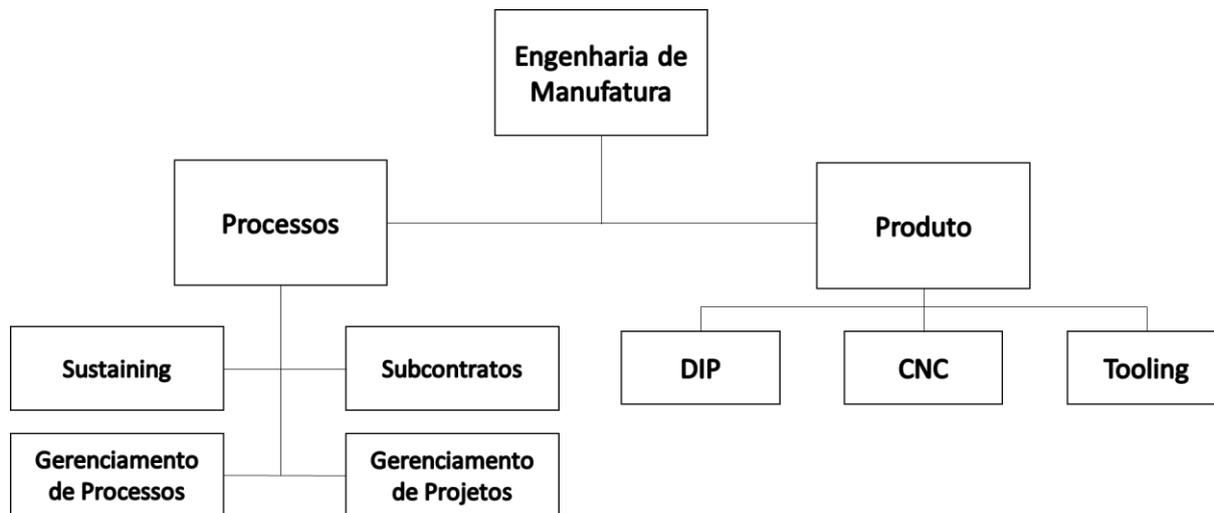


Fonte: Elaborado pelo autor - resultados originais da pesquisa.

Analisando o escopo de atuação do departamento de engenharia de manufatura da indústria do segmento de eletrodomésticos (linha branca), considerando o contexto dessa empresa, por competir em um segmento de mercado que necessita de fabricação em grande escala, avançado nível tecnológico do parque fabril, além da empresa ter plantas dedicadas especificamente para produção de determinados produtos em cada linhas de negócio, bem como o departamento de desenvolvimento de produtos estar em uma planta separada da indústria fabril, se torna coerente a estratégia utilizada pela organização na definição do escopo de Manufatura desta fábrica, principalmente com a abrangência da equipe de Manutenção com as demais áreas de Processos.

Já na indústria do segmento de aviação, foi possível observar pelo modelo esquemático de organograma ilustrado na Figura 2 que o escopo de atuação da Engenharia de Manufatura foi dividido entre duas principais funções: Processos e Produto. Sendo a área de processos responsável pelo suporte e atendimento a produção, bem como pela gestão de contratos, pelo gerenciamento de processos e de projetos. Enquanto a área de produto foi dividida entre as funções de desenvolvimento integrado de produto [DIP], e duas equipes dedicadas para os principais processos de fabricação, sendo eles Tooling e CNC.

Figura 2. Modelo esquemático de organograma de Manufatura em uma empresa do segmento de aviação.



Fonte: Elaborado pelo autor - resultados originais da pesquisa.

Analisando o escopo de atuação do departamento de engenharia de manufatura da indústria do segmento de aviação, considerando o contexto dessa empresa, a qual compete em um segmento de mercado globalizado, que também necessita de um nível tecnológico avançado do parque fabril, que permita a fabricação através de procedimentos e normas rígidas que garantam segurança e eficácia dos produtos, além do departamento de desenvolvimento de produtos da empresa estar na mesma planta fabril, também se torna interessante e coerente a estratégia utilizada pela organização na definição do escopo de Manufatura desta fábrica, principalmente com a dedicação no desenvolvimento integrado de produto.

Com base nos estudos referente a organização do Sistema de Manufatura, Agostinho (2011), refere-se ao termo de Engenharia de Fabricação como o setor responsável pela definição do roteiro de manufatura, dos processos de fabricação, da determinação das condições operacionais e dos tempos de manufatura, bem como a responsável pela comunicação da Engenharia com o Chão de Fábrica. Fundamentado nessas definições, a Figura 3 é uma adaptação da representação do Sistema de Manufatura para a organização estudada nesse projeto, na qual as responsabilidades da Engenharia serão divididas entre as áreas de Desenvolvimento, responsável pela geração do produto e pela área de Engenharia de Processos, com as responsabilidades de fabricação.

A proposta desse escopo se fundamenta nas necessidades da organização. Dividido em 4 grandes grupos de responsabilidades, entende-se que a Engenharia de Processos é a responsável pelo *Sustaining* (sustentação, tradução livre), suporte à produção através de andons, análises e disposição de relatórios de não conformidade [RNC] e serviço de atendimento ao cliente [SAC], bem como a participação em gestões de mudança; Desenvolvimento de Fornecedores através da análise *make or buy* (faça ou compre, tradução livre) para terceirização ou primarização de serviços e desenvolvimento de recursos produtivos; Gerenciamento de Processos através da estruturação de processos produtivos bem como a melhoria contínua através da otimização dos mesmos; por fim o Gerenciamento de Projetos através do desenvolvimento integrado de produto [DIP] e projetos de automação.

Como o departamento de Engenharia de Processos é o responsável pelos processos de fabricação de todas as áreas produtivas da organização, a proposta de escopo de atuação se aplica de forma matricial em cada uma das áreas, como ilustrado na Figura 5.

Figura 5. Escopo de atuação aplicado por áreas produtivas.

Engenharia de Processos										
Funções	Sustaining				Desenvolvimento de Fornecedores		Gerenciamento de Processos		Gerenciamento de Projetos	
Área Produtiva	Andon	RNC	Gestão de Mudança	SAC	Terceirização	Recursos Produtivos	Estruturação	Otimização de Processos	DIP	Automação
Perfusão	Equipe 1									
Biológica	Equipe 2									
Minimamente Invasivos	Equipe 3									
Eletromédicos	Equipe 4									
Mecânica	Equipe 5									
Injeção Ferramentária	Equipe 6									

Fonte: Elaborado pelo autor - resultados originais da pesquisa.

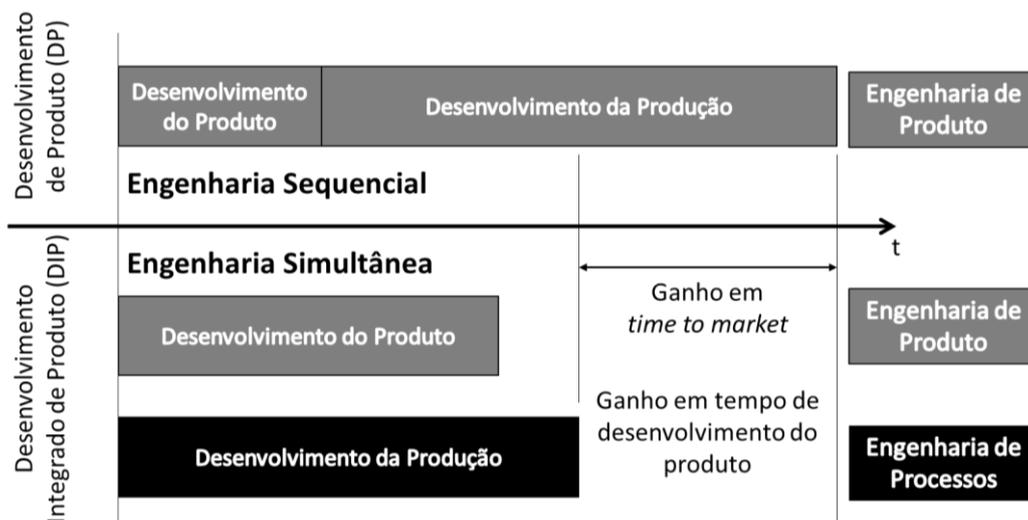
A partir dessa matriz de atuação foi possível observar uma divisão de equipes dedicadas em apenas uma área produtiva, com o escopo de atuação abrangendo todas as responsabilidades do departamento de Engenharia de Processos. Essa estratégia foi adotada principalmente pelas diferenças de aplicação e utilização dos produtos em cada uma das linhas de negócio, bem como pelas diferenças tecnológicas de fabricação em cada uma das áreas produtivas, uma vez que, com uma equipe dedicada a determinada linha de produto e tecnologia espera-se obter um maior conhecimento técnico e profundidade de expertise, que permitirá a equipe ter um domínio

completo da área. Além disso, cada equipe deverá ser capaz de suprir todas as necessidades do setor produtivo bem como atuar em todas as responsabilidades do departamento, permitindo um desenvolvimento abrangente de *skills* (habilidades, tradução livre) em diferentes campos de atuação para os membros da equipe.

2.2 - Etapa 2 – Estruturação do processo de manufatura no desenvolvimento integrado de produto

Com a estruturação e definição do escopo de atuação do departamento de Engenharia de Processos na organização, foi iniciado a segunda etapa do projeto. Inicialmente foi realizado o mapeamento da situação atual do processo de desenvolvimento de produtos com foco nas atividades de manufatura, a fim de identificar possíveis melhorias e propor a estruturação de um novo processo. A Figura 6 mostra esquematicamente o mapeamento e a nova proposta de melhoria para o processo.

Figura 6. Ilustração esquemática do modelo de Desenvolvimento de Produto.



Fonte. Adaptado de Rozenfeld et al. (2012).

Como é possível observar, na parte superior da ilustração esquemática da Figura 6, o processo de desenvolvimento era realizado de forma sequencial, inicialmente com o desenvolvimento de produto e logo em seguida, após a finalização desta etapa, iniciava-se o desenvolvimento da produção, além disso, é possível destacar que ambas as funções eram realizadas pela equipe de Engenharia de Produto, o Departamento de Desenvolvimento da organização. Já na parte inferior da ilustração esquemática da Figura 6, é apresentada uma nova

proposta para o processo, onde ambos os desenvolvimentos, tanto de produto quanto da produção, iniciam-se no começo do projeto, com o trabalho de Engenharia sendo realizado de forma simultânea, havendo uma divisão clara entre as funções e responsabilidades, sendo o desenvolvimento de produto executado pelo departamento de Desenvolvimento; e o desenvolvimento da produção, que consiste na estruturação dos processos e recursos produtivos, sendo executado pelo departamento de Engenharia de Processos. Um dos principais benefícios que a organização pode ter com a implementação do Desenvolvimento Integrado de Produto consiste na redução do tempo de desenvolvimento, permitindo um ganho em *time to market* (tempo para o mercado, tradução livre) (Rozenfeld et al., 2012), possibilitando uma maior competitividade para a organização, permitindo atender as necessidades do mundo atual no contexto VUCA. Além disso, o desenvolvimento integrado de produto permite uma redução significativa de custos, uma vez que a partir do trabalho simultâneo das engenharias, os problemas que eventualmente poderiam ocorrer na produção no início de fabricação seriada do novo produto e seriam identificados apenas após a finalização do desenvolvimento, poderão ser identificados logo no início do projeto e eventuais modificações ou melhorias no produto, que permitam evitar esses problemas de fabricação, poderão ser executados nesta etapa inicial com baixo custo para o projeto em comparação com as alterações no produto no final do projeto de desenvolvimento.

A partir da proposta do novo processo de desenvolvimento integrado de produto, com o objetivo de elaborar o cronograma detalhado das atividades de manufatura deste processo, foi criada a EAP representando os pacotes de entrega de trabalho, seguindo as fases do gerenciamento de projetos da empresa, como demonstrado na Figura 7.

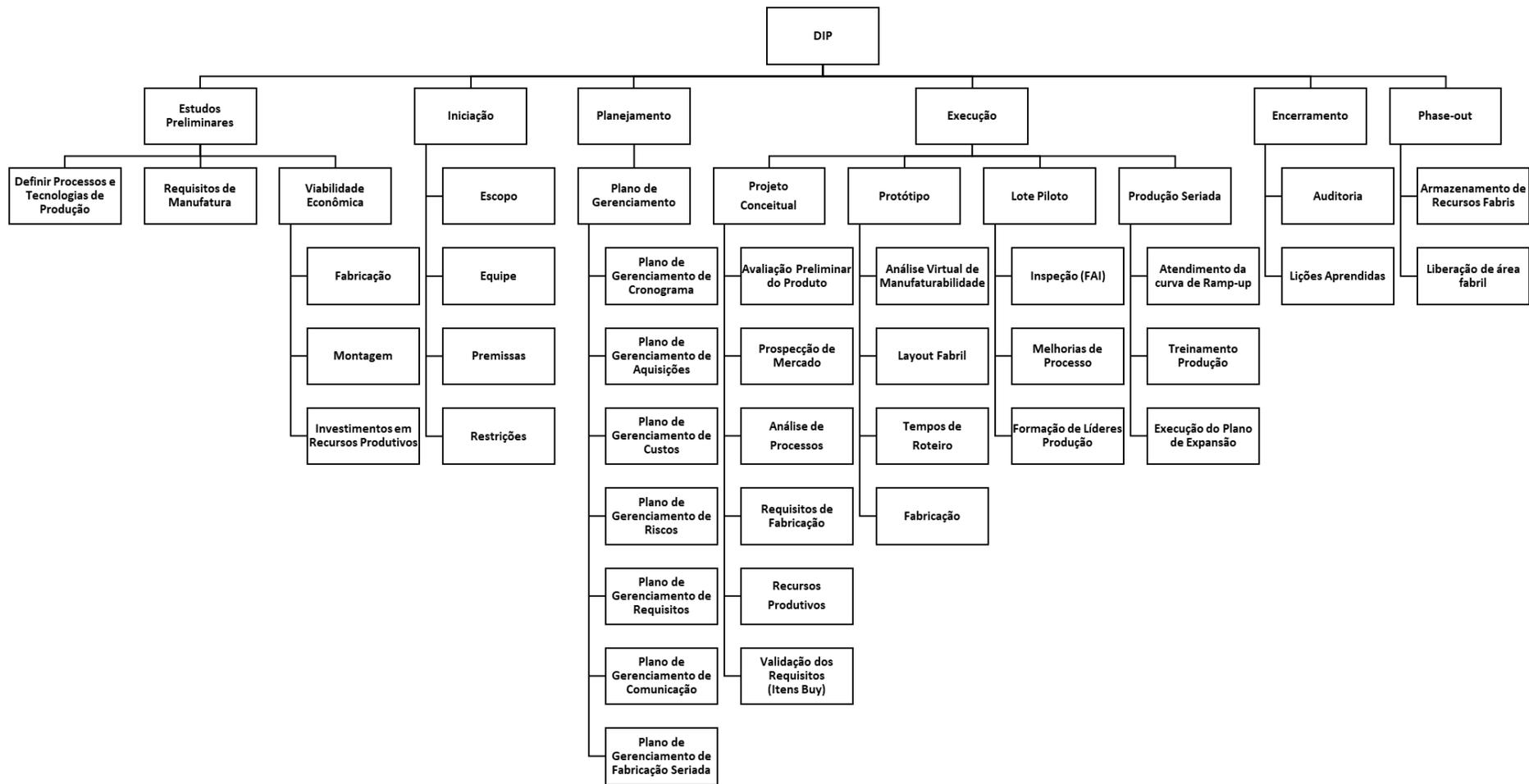


Figura 7. Estrutura Analítica do Projeto [EAP].
Fonte: Elaborado pelo autor - resultados originais da pesquisa.

Com a Estrutura Analítica do Projeto [EAP] definida, para as atividades de manufatura no processo de desenvolvimento integrado de produto [DIP], foram realizadas reuniões e *brainstorming* com a equipe de Engenharia de Processos para fazer a decomposição dos pacotes de trabalho em atividades. Com todas as atividades mapeadas, foi realizado o sequenciamento de realização do trabalho através da identificação de interdependência entre as atividades. Posteriormente foi estimado a duração de cada atividade pela estimativa análoga de projetos anteriores. A Tabela 1 mostra o desdobramento das atividades com a estimativa de duração.

Tabela 1. Desdobramento dos pacotes de trabalho em atividades com estimativa de duração

Nome da tarefa	Duração
Desenvolvimento Integrado de Produto - Manufatura	223 dias
Estudos Preliminares	63 dias
Definir Processos e Tecnologias de Produção	10 dias
Analisar Tecnologias de Fabricação Necessárias	10 dias
Analisar Processos de Fabricação	10 dias
Requisitos de Manufatura	5 dias
Definir Requisitos de Manufatura para o Produto	5 dias
Viabilidade Econômica	53 dias
Fabricação	8 dias
Análise Make or Buy	8 dias
Custo Make	8 dias
Estimar Tempo de Fabricação	6 dias
Quantificar Mão de Obra	2 dias
Definir Custo Matéria-Prima	2 dias
Montagem	12 dias
Estimar Tempo de Fabricação e Montagem	10 dias
Quantificar Custo de Fabricação do Produto (MOD)	2 dias
Investimentos em Recursos Produtivos	33 dias
Infraestrutura Fabril	13 dias
Verificar Requisitos técnicos e normativos de fabricação	3 dias
Analisar Normas de controle de partículas e Sala Limpa	3 dias
Definir área para fabricação	10 dias
Máquinas e Equipamentos	20 dias
Analisar a capacidade produtiva disponível	2 dias
Elaborar Orçamento de Aquisições (CAPEX)	15 dias
Identificar Softwares Necessários	3 dias
Iniciação	11 dias
Escopo	5 dias
Definir Escopo	5 dias
Equipe	2 dias
Definir Equipe	2 dias
Premissas	3 dias
Identificar Premissas de Manufatura	3 dias
Restrições	3 dias
Identificar Restrições de Manufatura	3 dias
Planejamento	23 dias
Tabela 2. Desdobramento dos pacotes de trabalho em atividades com estimativa de duração (continua)	
Nome da tarefa	Duração

VIABILIDADE DA ADEQUAÇÃO DAS STARTUPS À LEI GERAL DE PROTEÇÃO DE DADOS – LGPD:
UM ESTUDO A PARTIR DA EMPRESA VERD BRASIL

Plano de Gerenciamento	23 dias
Plano de Gerenciamento de Cronograma	8 dias
Planejar Gerenciamento de Atividades	3 dias
Definir Macro Entregas	5 dias
Plano de Gerenciamento de Aquisições	10 dias
Elaborar Plano de aquisições	5 dias
Elaborar as Especificações Técnicas de Recursos Produtivos	3 dias
Gerenciar Aquisições	5 dias
Plano de Gerenciamento de Custos	5 dias
Elaborar Plano de custos	5 dias
Plano de Gerenciamento de Riscos	8 dias
Elaborar Plano de Gestão de Riscos de Fabricação	8 dias
Plano de Gerenciamento de Requisitos	5 dias
Elaborar Plano de Atendimento dos Requisitos de fabricação	5 dias
Plano de Gerenciamento de Comunicação	3 dias
Elaborar Plano de comunicação com a produção	3 dias
Elaborar Plano de comunicação com a engenharia	3 dias
Plano de Gerenciamento de Fabricação Seriada	10 dias
Elaborar Plano de ramp-up	10 dias
Execução	94 dias
Projeto Conceitual	36 dias
Avaliação Preliminar do Produto	11 dias
Avaliar projeto conceitual	5 dias
Analisar o design dimensional produto	6 dias
Prospecção de Mercado	10 dias
Mapear Fornecedores	6 dias
Orçar Máquinas e Equipamentos	10 dias
Análise de Processos	5 dias
Definir Macrofluxo dos processos de fabricação	5 dias
Requisitos de Fabricação	5 dias
Atender os requisitos de fabricação	5 dias
Recursos Produtivos	15 dias
Disponibilizar recursos produtivos	15 dias
Validação dos Requisitos (Itens <i>buy</i>)	5 dias
Verificar Requisitos de manufatura para itens <i>buy</i>	5 dias
Protótipo	33 dias
Análise Virtual de Manufaturabilidade	23 dias
Desenhar Recursos Produtivos Virtuais	10 dias
Elaborar sequência de montagem em ambiente virtual	10 dias
Gravar Vídeo de montagem	3 dias
Layout Fabril	10 dias
Desenhar a Simulação virtual	10 dias
Tempos de Roteiro	20 dias
Definir Roteiro de Fabricação	15 dias
Medir Tempo de Operações	5 dias
Fabricação	7 dias
Definir Estrutura de Manufatura (MBOM)	2 dias
Fabricar Protótipo	5 dias
Lote Piloto	15 dias
Tabela 2. Desdobramento dos pacotes de trabalho em atividades com estimativa de duração (continua)	
Nome da tarefa	Duração
Inspeção (FAI)	15 dias
Acompanhar a Fabricação na Produção	7 dias
Revisar variações no processo de fabricação	15 dias
Melhorias de Processo	15 dias
Elaborar planos de melhorias de fabricação	5 dias
Fabricar Dispositivos	3 dias

VIABILIDADE DA ADEQUAÇÃO DAS STARTUPS À LEI GERAL DE PROTEÇÃO DE DADOS – LGPD:
UM ESTUDO A PARTIR DA EMPRESA VERD BRASIL

Fabricar Gabaritos	3 dias
Executar o plano de melhorias	10 dias
Formação de Líderes Produção	5 dias
Treinar e Capacitar Líderes	5 dias
Produção Seriada	10 dias
Atendimento da curva de Ramp-up	5 dias
Validar o atendimento de fabricação da quantidade planejada	5 dias
Treinamento Produção	10 dias
Treinar e Capacitar equipe de Produção	5 dias
Atender as necessidades da produção	5 dias
Execução do Plano de Expansão	8 dias
Definir Capacidade Produtiva Máxima	3 dias
Planejar Duplicação de Recursos	5 dias
Encerramento	7 dias
Auditoria	7 dias
Planejar Auditorias	2 dias
Executar Auditorias	2 dias
Acompanhar Indicadores de Refugo	3 dias
Lições Aprendidas	4 dias
Gerir o Conhecimento do Projeto	3 dias
Encerrar projeto	1 dia
Phase-out	25 dias
Armazenamento de Recursos Fabris	5 dias
Elaborar plano de Equipamentos e Dispositivos	3 dias
Definir Peças de Reposição	2 dias
Liberação da Área Fabril	20 dias
Descontinuar a linha produtiva	20 dias

Fonte. Elaborado pelo autor - resultados originais da pesquisa.

Para realização da estimativa análoga de duração das atividades deste trabalho foi utilizado um projeto de produto da linha eletromédicos. É importante ressaltar que, a duração de cada atividade de manufatura descrita no processo de desenvolvimento integrado de produto dependerá tanto do nível de inovação do projeto quanto da linha de negócio e do modelo de produto a ser desenvolvido. Por outro lado, a estrutura analítica do projeto e as atividades de manufatura que foram desdobradas dos pacotes de trabalho devem, em sua essência, serem as mesmas, independente do projeto a ser desenvolvido, uma vez que essas atividades precisam ser executadas para qualquer fabricação seriada de um novo produto.

Após o mapeamento de interdependência de cada atividade foi realizado o sequenciamento e a identificação do caminho crítico do projeto através da aplicação da técnica PERT/CPM. O caminho crítico consiste na sequência de atividades que representa o caminho com folga total igual a zero no projeto (Kenneth, 2001) e, por sua vez, se houver um atraso em qualquer atividade pertencente a esse caminho, o projeto como um todo poderá atrasar. Da mesma forma se uma dessas atividades for finalizada antes do prazo de execução, o projeto como um todo poderá ser entregue antes do prazo. A **Erro! Autoreferência de indicador não válida.** ilustra o gráfico de Gantt com o caminho crítico destacado nas atividades em vermelho.

O acompanhamento de execução do projeto através do gráfico de Gantt, a partir do conhecimento do caminho crítico do projeto, permite ao gerente identificar como eventuais intercorrências e eventos inesperados, como por exemplo um atraso de entrega de fornecedor, impactará no prazo de execução do projeto. Com essa visão clara, o gerente poderá utilizar com mais eficiência os recursos disponíveis nas atividades do caminho crítico para compensar um determinado imprevisto. A cada atividade finalizada é de responsabilidade do gerente de projeto atualizar a evolução no cronograma. Para esse trabalho, como é possível identificar no gráfico de Gantt, o início do desenvolvimento do produto planejado está previsto para 2022, desta forma, todas as atividades estão com 0% de conclusão.

Com o cronograma planejado, a estruturação de atividades de manufatura do processo de desenvolvimento integrado de produto foi concluída, finalizando este projeto. As etapas futuras e conclusões serão descritas no tópico a seguir.

para o desenvolvimento do produto quanto para o desenvolvimento da produção. Nesse contexto a empresa fabricante de dispositivos médicos criou um departamento na organização para atuar de forma dedicada a estruturação da manufatura. Como resultado deste trabalho foi possível concluir como evidenciado no *benchmarking* com os especialistas e reforçado nas análises a partir das visitas as duas empresas brasileiras referência nos seus respectivos segmentos de atuação, que não há um modelo padrão de atuação do departamento de manufatura nas organizações, uma vez que cada empresa é única em seu contexto, nível tecnológico, modelo de negócio e segmento de mercado. Desta forma inicialmente foi estruturado o escopo de atuação do departamento de Engenharia de Processos na organização e posteriormente nas atividades de manufatura através de uma nova proposta para o processo de desenvolvimento integrado de produto. Como entrega final deste trabalho foi elaborado um cronograma das atividades de manufatura no desenvolvimento integrado de produto e identificado o caminho crítico de execução, cumprindo o propósito deste projeto. Como etapas futuras é possível destacar o treinamento da equipe de engenharia de processos no novo processo de desenvolvimento integrado de produto, bem como a integração das atividades de manufatura com as demais áreas de desenvolvimento. Além disso, a melhoria contínua na estruturação do processo a partir da execução e lições aprendidas de novos projetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, O. L. (2018). *Sistemas de Manufatura*. São Carlos.

BARROS, L., RIVETTI, L. A., FURLANETTO, B. H., TEIXEIRA, E. M., & WELIKOW, A. (2020). A Tribute to a Master: Professor Domingo M. Braille. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 35(2), I–III. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-1-2020-0604>. Acessado em: 27/07/2021.

BUFFOLO, E. (2009). Parabéns, Dr. Braille. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, 24(2), 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s0102-76382009000200003>>. Acessado em: 27/07/2021.

CIOTTI, M., CICCOCCHI, M., TERRINONI, A., JIANG, W. C., WANG, C. Bin, & BERNARDINI, S. (2020). The COVID-19 pandemic. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 57(6), 365–388. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10408363.2020.1783198>>. Acessado em: 27/07/2021.

CUNHA, R. B. (2012). *Alinhamento entre Estratégia e Cultura Organizacional: o Caso de uma Indústria do Ramo Médico/Hospitalar*. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo (EESC-USP).

JAMES, L., & BENNETT, N. (2014). What VUCA really means for you. *Harvard Business Review*, 92(February), 2014.

KENNETH, H. R. (2001). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)-2000 Edition. *Project Management Journal* (Vol. 32). Disponível em: <<http://0-proquest.umi.com/novacat.nova.edu/pqdweb?did=79712321&Fmt=7&clientId=17038&RQT=309&VName=PQD>>. Acessado em: 06/07/2021.

KRIPPNER, E. (2010). Classificação de Áreas Limpas. *Sociedade Brasileira de Controlo de Contaminação*, 42–45. Disponível em: <<http://www.pharmaarquitetos.com/artigos/Artigo03.pdf>>. Acessado em: 27/07/2021.

PRADO, D., & MARQUES, M. (2017). Usando o MS-Project 2016 em Gerenciamento de Projetos.

ROZENFELD, H., SILVA, S. L. Da, TOLEDO, J. C. De, AMARAL, D. C., FORCELLINI, F. A., ALLIPRANDINI, D. H., & SCALICE, R. K. (2012). Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para melhoria do processo.

SCHERER, F. O., & CARLOMAGNO, M. S. (2016). Gestão da Inovação na Prática: como aplicar conceitos e ferramentas de inovação para alavancar a inovação. (2.ed.). Atlas.

SELEEM, S. N., ATTIA, E. A., KARAM, A., & EL-ASSAL, A. (2020). A lean manufacturing road map using fuzzy-DEMATEL with case-based analysis. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(5), 917–942. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2017-0147>>. Acessado em: 30/04/2021.

VASCONCELOS, Y. (2021). Uma Máquina de Suporte à Vida: Empresa paulista cria aparelho que faz oxigenação fora do corpo, auxiliando pacientes em estado crítico. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2021/03/07/sistema-brasileiro-de-pulmao-e-coracao-artificiais-ajuda-a-tratar-covid-19.html>>. Acessado em: 27/07/2021.