

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS E MANUFATURA

WESLEY LUCIANO

**Organização industrial da indústria de veículos elétricos de decolagem e pouso verticais
(eVTOL)**

São Carlos
2023

Wesley Luciano

Organização industrial da indústria de veículos elétricos de decolagem e pouso verticais
(eVTOL)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Engenharia de São Carlos, como
parte dos requisitos para a obtenção do grau
de Graduado em Engenharia de Materiais e
Manufatura.

Área de Concentração: Organização industrial
Orientador: Prof. Dr. Humberto Filipe de
Andrade Januário Bettini

São Carlos
2023

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

Luciano, Wesley
L513o Organização industrial da indústria de veículos elétricos de decolagem e pouso verticais (eVTOL) / Wesley Luciano; orientador Humberto Filipe de Andrade Januário Bettini.
São Carlos, 2023.

Monografia (Graduação em Engenharia de Materiais e Manufatura) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2023.

1. eVTOL. 2. Bateria. 3. Motor. 4. Fuselagem.
5. Montagem. 6. Organização. 7. Industrial. 8. Fornecimento. I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato / Student: Wesley Luciano
Título do TCC / Title: Organização industrial da indústria de veículos elétricos de decolagem e pouso verticais (eVTOL)
Data de defesa / Date: 15/12/2023

Comissão Julgadora / Examining committee	Resultado / Result
Professor Humberto Filipe de Andrade Januário Bettini (orientador)	Aprovado
Instituição / Affiliation: EESC - SEP	
Professor José Ricardo Tarpani	Aprovado
Instituição / Affiliation: EESC - SMM	
Doutor Guilherme Augusto Roiz	Aprovado
Instituição / Affiliation: EESC - SEP	

Presidente da Banca / Chair of the Examining Committee

Humberto Bettini

Professor Humberto Filipe de Andrade Januário Bettini

AGRADECIMENTOS

Este trabalho resulta de suor, de roupas limpas e dispostas ao meu uso, de refeições pontuais como o ponteiro de um relógio, de um trajeto tempestuoso, de renúncias profissionais, de um trabalho invisibilizado, de amor materializado em ações de cuidado, de minha mãe, Selma.

Este trabalho resulta de suor, de condição material extraída de uma alma sensível e machucada, de noites salgadas por angústias vindas das dúvidas quanto ao meu bem-estar, de bicos, de desespero, de força, de muita vontade de tentar, de lágrimas caladas, de meu pai, Eduardo.

Este trabalho resulta de tutoria, de apoio, de conflitos, de tentativas de amortecer os impactos, de uma maturidade forçada, de injustiças do primogênito, de um amor meio sem jeito, de meu irmão, Caio.

Este trabalho resulta de um ambiente de caos, de amizade, de diferenças, de escuta, de amor, de compreensão, de cura; de risadas desmedidas, de filosofias refinadas, de madrugadas destruidoras de agendas, de grandes mentes, de memórias inesquecíveis, de Luan Parada, de Gustavo Okubo, de Mathews Melo, de Fernando Tamashiro, de Filipe Ferraciolli, de Mariana Pagan, de Pedro Vicente, de João Prado, de Victor Linhares, de Gustavo Lima, de Tomás Costa, de Vinicius Borroni, de Felipe Câmara, de minha casa universitária, República Romana.

Este trabalho resulta de acolhimento, de afeto, de compromisso, de carinho, de apoio, de companhia, de uma experiência humana única, de minha namorada, Luana Camargo.

Este trabalho resulta de professores empenhados, de profissionais invisíveis, de lutas individuais construindo um bem-estar social, de lutas coletivas construindo um bem-estar individual, de vidas doadas e tomadas, de todos aqueles que contribuíram para a minha vida de alguma forma.

RESUMO

Este trabalho traz um levantamento de informações quanto à organização industrial da indústria de veículos eVTOL (*electric vertical take-off and landing*), com um foco nos tipos de fornecimento adotados pelas fabricantes. Considerou-se uma amostra de 12 empresas fabricantes de veículos eVTOL e a pesquisa foi feita, como regra geral, por meio de fontes primárias dos meios de comunicação das empresas. A busca foi feita com base em quatro dimensões de subsistema das aeronaves: bateria, motor, fuselagem e montagem. As informações quanto aos tipos de fornecimento destes subsistemas foram classificadas em: próprio, terceirizado, misto e sem informação. Obteve-se, ao final, um quadro de 12x4 com um percentual de informações encontradas de 67%, sendo que, em relação ao total, 40% é fornecimento terceirizado, 27% próprio, 0% misto e 33% não identificado. Com a análise dos resultados conclui-se que as empresas estão optando por adotar o fornecimento terceirizado para as baterias e motores, e o fornecimento próprio para a montagem. Além disso, a comparação da configuração obtida com os setores de aviões comerciais e de automóveis evidenciou uma semelhança entre os tipos de organização industrial, o que caracterizou as fabricantes de veículos *eVTOL* como montadoras.

Palavras-chave: eVTOL. Bateria. Motor. Fuselagem. Montagem. Fornecimento. Organização. Industrial. Aeronave. Veículo.

ABSTRACT

This work provides a survey of information on the industrial organization of the electric vertical take-off and landing (eVTOL) vehicle industry, focusing on the configuration of suppliers adopted by the manufacturers. We considered a sample of 12 companies that manufacture eVTOL vehicles and the research was carried out, as a general rule, through primary sources from the companies' newsletter. The search was based on four dimensions of aircraft subsystems: battery, engine, fuselage and assembly. The information on the types of these subsystems provided was complex: internal, outsourced, mixed and no information. In the end, a 12x4 table was obtained with a percentage of discovered information of 67%, of which, in relation to the total, 40% is completely outsourced, 27% in-house, 0% mixed and 33% unidentified. With the analysis of the results, it can be concluded that companies are opting to adopt the complete outsourced supply for batteries and motors, and the complete in-house supply for assembly. Furthermore, the comparison of the configuration obtained with the commercial aircraft and automobile sectors showed a similarity, which characterized eVTOL vehicle manufacturers as assemblers.

Keywords: eVTOL. Battery. Motor. Fuselage. Assembly. Supply. Industrial. Organization. Aircraft. Vehicle.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Linha do tempo: 01 de Junho de 2011.....	23
Figura 2- Linha do tempo: 21 de Outubro de 2011.....	24
Figura 3 – Linha do tempo: 17 de Novembro de 2013.....	24
Figura 4 – Linha do tempo: 26 e 27 de Agosto de 2014.....	25
Figura 5 – Linha do tempo: 3 e 4 de Agosto de 2015.....	26
Figura 6 – Linha do tempo: 29 e 30 de Setembro de 2016.....	26
Figura 7 – Linha do tempo: 27 de Outubro de 2016.....	27
Figura 8 – Linha do tempo: 25 de Agosto de 2017.....	27
Figura 9 – Linha do tempo: 16 a 19 de Janeiro de 2018.....	28
Figura 10 – Linha do tempo: 03 de Maio de 2019.....	28
Figura 11 – Linha do tempo: 15 de janeiro de 2020.....	28
Figura 12 – Relação entre a especificidade de um ativo e o custo de transação, considerando diferentes arranjos institucionais.....	36
Figura 13 - Exemplificação da divisão de tarefas no setor de baterias.....	62
Figura 14 - Fornecedores da aeronave 787 Dreamliner.....	65
Figura 15 - Cadeia de valor do setor de aeronaves e seus respectivos agentes principais.....	67
Figura 16 - Cadeia de suprimentos de um automóvel.....	67
Figura 17 - Principais fornecedores globais de autopeças por subsistema.....	68
Figura 18 - Cadeia produtiva de um carro elétrico.....	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Detalhamento do tipo de fornecimento para o subsistema de bateria.....	45
Quadro 2 - Detalhamento do tipo de fornecimento para o subsistema de motor.....	51
Quadro 3 - Detalhamento do tipo de fornecimento para o subsistema de fuselagem.....	53
Quadro 4 - Detalhamento do tipo de fornecimento para o subsistema de montagem.....	57
Quadro 5 - Consolidação dos tipos de fornecimento encontrados.....	58
Quadro 6 – Tipo de fornecimento de maior representatividade por empresa.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frequência de tipo de fornecimento da amostra.....	59
Tabela 2 – Frequência de tipo de fornecimento por empresa.....	59
Tabela 3 – Frequência de tipo de fornecimento por subsistema.....	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	23
1.1 O QUE É UM EVTOL.....	23
1.2 CATEGORIAS DE VEÍCULOS EVTOL.....	23
1.3 LINHA DO TEMPO DO SETOR.....	23
1.4 MOTIVAÇÃO.....	29
2 OBJETIVOS.....	30
2.1 OBJETIVO GERAL.....	30
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	30
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	31
3.1 CONTABILIDADE DE CUSTOS.....	31
3.1.1 Condições para a escolha de aquisição externa.....	32
3.2 TEORIA ECONÔMICA DO CUSTO DE TRANSAÇÃO.....	33
3.2.1 Contexto da teoria.....	33
3.2.2 Os contratos e o custo de transação.....	34
3.2.3 Características do custo de transação.....	34
3.2.4 Arranjos Institucionais.....	35
3.2.5 A relação entre a especificidade de um ativo e os arranjos institucionais.....	36
3.3 VISÃO BASEADA EM RECURSOS.....	37
3.3.1 Classificações dos recursos.....	37
4 METODOLOGIA.....	39
4.1 COLETA DAS INFORMAÇÕES.....	39
4.2 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES.....	39
5 RESULTADOS.....	42
5.1 BATERIA.....	42
5.1.1 Airbus.....	42
5.1.2 Vertical.....	43
5.1.3 Archer.....	43
5.1.4 Lilium.....	43
5.1.5 Eve.....	43
5.1.6 Bell.....	44
5.1.7 E-Hang.....	44
5.1.8 Beta.....	44
5.2 MOTOR.....	46
5.2.1 Airbus.....	46

5.2.2	Vertical.....	46
5.2.3	Archer.....	47
5.2.4	Lilium.....	48
5.2.5	Eve.....	48
5.2.6	Bell.....	49
5.2.7	E-Hang.....	50
5.2.8	Beta.....	50
5.2.9	Joby.....	50
5.3	FUSELAGEM.....	51
5.3.1	Airbus.....	51
5.3.2	Vertical.....	52
5.3.3	Lilium.....	52
5.3.4	Eve.....	52
5.3.5	Bell.....	53
5.4	MONTAGEM.....	54
5.4.1	Volocopter.....	54
5.4.2	Vertical.....	54
5.4.3	Archer.....	55
5.4.4	Lilium.....	55
5.4.5	Eve.....	55
5.4.6	Bell.....	55
5.4.7	AutoFlight.....	56
5.4.8	E-Hang.....	56
5.4.9	Beta.....	57
5.4.10	Joby.....	57
5.5	CONSOLIDAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DE TIPO DE FORNECIMENTO.....	58
6	DISCUSSÃO.....	59
6.1	ANÁLISE POR EMPRESA.....	59
6.2	ANÁLISE POR SUBSISTEMA.....	60
6.2.1	Análises a partir das teorias de contabilidade de custos, custo de transação e visão baseada em recursos.....	61
6.2.2	Comparação com o setor de aviões comerciais.....	66
6.2.3	Comparação com o setor de automóveis.....	67
7	CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS.....		72

1 INTRODUÇÃO

1.1 O QUE É UM EVTOL

As aeronaves *eVTOL* (*electric vertical take-off and landing*) são aeronaves que usam energia elétrica para pousar e decolar verticalmente e para voar. Tal classe surgiu a partir da ideia de revolucionar a mobilidade urbana usando motores, baterias, células de combustível e controles eletrônicos para gerar energia elétrica para seu funcionamento (COMPANY, 2023).

Com efeito, a indústria de *eVTOLs* está alinhada com objetivos políticos e econômicos das maiores potências mundiais, recebendo investimentos massivos de capital público e privado, especialmente do setor financeiro, para a promoção desta tecnologia estratégica.

1.2 CATEGORIAS DE VEÍCULOS EVTOL

A segmentação do mercado de *eVTOL* global é dividida (COMPANY, 2023):

1) Por tecnologia de decolagem:

1.1) Empuxo vetorial:

1.2) Multirotor

1.3) *Lifting* e cruzeiro

2) Por tipo de propulsão: Totalmente elétrico, híbrido e o Hidrogênio-Elétrico

3) Por modo de operação: Autônomo e/ou pilotado

4) Por aplicação: Taxi aéreo, metrô aéreo, transporte privado, transporte de carga, ambulância aérea, transporte de *Last Mile*, missões especiais, inspeção e monitoramento, vigilância etc.

1.3 LINHA DO TEMPO DO SETOR

A indústria de aeronaves é marcada por longos períodos de desenvolvimento e certificação, a fim de elucidar brevemente a trajetória do desenvolvimento dos *eVTOL* enumerou-se a seguir um resumo dos principais acontecimentos na linha do tempo dos *eVTOL* de acordo com a *The Vertical Flight Society* (SOCIETY, 2023):

- 01 de junho de 2011: Primeiro voo cativo não tripulado do Projeto Zero da AgustaWestland (agora Leonardo Helicopters) nas instalações da AgustaWestland em Cascina Costa, Lombardia, Itália.

Figura 1 - Linha do tempo: 01 de junho de 2011



Fonte: (SOCIETY, 2023).

- 21 de outubro de 2011: Primeiro voo tripulado do protótipo Volocopter VC1 no Campo de Planadores Rheinstetten, Karlsruhe, Alemanha.

Figura 2- Linha do tempo: 21 de outubro de 2011.



Fonte: (SOCIETY, 2023).

- 17 de novembro de 2013: Primeiro voo não tripulado do Volocopter VC200 em Fair Hall, Rheinstetten, Karlsruhe, Alemanha.

Figura 3 – Linha do tempo: 17 de novembro de 2013.



Fonte: (SOCIETY, 2023).

- 26 e 27 de Agosto de 2014: Primeiro workshop conjunto de conceitos de vôo vertical transformativos sobre habilitação de novos conceitos de vôo por meio de novas arquiteturas de propulsão e energia, na CENTRA Technology, Inc., Arlington, Virgínia, EUA.

Figura 4 – Linha do tempo: 26 e 27 de agosto de 2014.



Fonte: (SOCIETY, 2023).

- 3 e 4 de agosto de 2015: Segundo workshop conjunto de conceitos de vôo vertical transformativos sobre habilitação de novos conceitos de vôo por meio de novas arquiteturas de propulsão e energia, realizado no Centro de Pesquisa da NASA, Califórnia, EUA.

Figura 5 – Linha do tempo: 3 e 4 de agosto de 2015.



Fonte: (SOCIETY, 2023).

- 29 e 30 de setembro de 2016: Reunião conjunta VFS-AIAA-SAE-NASA, Transformative Vertical Flight Concepts: 3rd Joint Workshop on Enabling New Flight Concepts *Through Novel Propulsion and Energy Architectures*, realizada no Connecticut Convention Center, Hartford, Connecticut, EUA.

Figura 6 – Linha do tempo: 29 e 30 de setembro de 2016.



Fonte: (SOCIETY, 2023).

- 27 de outubro de 2016: Uber Elevate publica o artigo técnico "Fast-Forwarding to a Future of On-Demand Urban Air Transportation".

Figura 7 – Linha do tempo: 27 de outubro de 2016.



Fonte: (SOCIETY, 2023).

- 25 de agosto de 2017: Primeiro voo não tripulado da aeronave de prova de conceito da empresa Vertical Aerospace, que voou dentro do aeroporto de Cotswold em Kemble, Gloucestershire, Inglaterra.

Figura 8 – Linha do tempo: 25 de agosto de 2017.



Fonte: (SOCIETY, 2023).

- 16 a 19 de janeiro de 2018: Apresentação sobre a evolução no Projeto Aero mecanico para Voo Vertical Transformativo durante o 5º Workshop de Voo Vertical Transformativo, realizado no Holiday Inn at Fisherman's Wharf, São Francisco, Califórnia, EUA.

Figura 9 – Linha do tempo: 16 a 19 de janeiro de 2018.



Fonte: (SOCIETY, 2023).

- 3 de maio de 2019: Primeiro voo amarrado não tripulado do demonstrador CityAirbus da Airbus Helicopters nas instalações de teste de voo da Airbus Helicopters em Donauwörth, Baviera, Alemanha.

Figura 10 – Linha do tempo: 03 de maio de 2019.



Fonte: (SOCIETY, 2023).

- 15 de janeiro de 2020: Revelação oficial do protótipo de pré-produção Joby Aviation.

Figura 11 – Linha do tempo: 15 de janeiro de 2020.



Fonte: (SOCIETY, 2023).

1.4 MOTIVAÇÃO

A indústria de veículos eVTOL está, em 2023, está se aproximando de seu início de entrada no mercado após um longo período de ideação, projeto e certificação. Nesta etapa, os fabricantes destes veículos devem definir os modelos da organização industrial para seus produtos, finalizar os processos de certificações das suas aeronaves e garantir que haja infraestrutura que suporte o seu uso pelos seus clientes.

O contexto da indústria traz diversas possibilidades de escolhas para essa organização, existem empresas já estabelecidas como Airbus e Embraer que estão trazendo seus veículos CityAirbus NextGen e Eve eVTOL, respectivamente, e *startups* como Lilium e Vertical com seus veículos Lilium Jet e Vertical VX4, respectivamente. Os dois tipos de empresas em questão trazem diferentes capacidades de financiamento, exposição ao risco para investidores e opções de barganha em relação a qualificação dos seus trabalhadores e negociação com *stakeholders* essenciais, como operadores e fornecedores de infraestrutura.

Neste sentido, surge a questão motivadora deste manuscrito: “Quais são as escolhas dos fabricantes de eVTOL na composição de sua organização industrial e quais são as possíveis razões para estas escolhas?”.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho em questão tem como objetivo principal descrever a organização industrial que está se formando no setor de veículos *eVTOL*.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

O objetivo específico deste trabalho é o de levantar questionamentos quanto a motivação das decisões de organização industrial por parte das fabricantes.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 CONTABILIDADE DE CUSTOS

Para introduzir o conceito de Contabilidade de Custos, destaca-se a obra de Eliseu Martins (MARTINS, 2003, p. 15-16):

A Contabilidade de Custos nasceu da Contabilidade Financeira, quando da necessidade de avaliar estoques na indústria[...]O conhecimento dos custos é vital para saber se, dado o preço, o produto é rentável; ou, se não rentável, se é possível reduzi-los (os custos). Assim, a Contabilidade mais moderna vem criando sistemas de informações que permitam melhor gerenciamento de Custos, com base nesse enfoque.

Portanto, de acordo com Eliseu Martins a Contabilidade de Custos é essencial para enxergar a rentabilidade do produto baseando-se nas informações do seu custo.

No capítulo 19, seção 2, de seu livro “Contabilidade de Custos”, Eliseu Martins traz a tona a questão da decisão sobre a compra ou produção dos componentes e produtos de uma empresa sob uma ótica da Contabilidade de Custos. Com efeito, Eliseu elabora (MARTINS, 2003, p. 163): “Como em uma ou outra alternativa o custo fixo é o mesmo, interessa a que maximiza a M.C. Total.”.

No citado trecho, Eliseu se utilizava de um exemplo para mostrar que mantendo-se constante o custo fixo da operação interna, a melhor decisão entre as opções de aquisição do componente externamente ou de sua produção interna seria, como regra geral, aquela com a maior Margem de Contribuição Total (M.C. Total). Ressalta-se que, Eliseu Martins escreve implicitamente que (MARTINS, 2003, p. 163):

$$\text{Margem de Contribuição Total} = (\text{preço unitário do produto final} - \text{custo unitário do produto final}) * \text{total de produtos fabricados}$$

Visto isso podemos escrever uma simplificação da equação como:

$$\text{Margem de Contribuição Total} = \text{Margem de Contribuição Marginal} * \text{total de produtos fabricados}$$

Sendo que:

$$\text{Margem de Contribuição Marginal} = \text{preço unitário do produto final} - \text{custo unitário do produto final}$$

$$\text{Custo unitário do produto final} = \frac{\text{Custos Fixos} + \text{Custos Variáveis}}{\text{Total de produtos fabricados}}$$

Ou seja, a M.C. Total é uma aproximação do lucro, desconsiderando os impostos.

Já para o caso em que os custos fixos variam em função da escolha de uma das opções, Eliseu Martins destaca (MARTINS, 2003, p. 162):

Talvez exista a possibilidade de a empresa, se comprar o componente, eliminar grande parte dos seus custos fixos pela desativação de parte da fábrica[...]A decisão depende, pois, não só da atual estrutura de custos, mas da que existirá após o momento da decisão[...]Por outro lado, talvez exista a possibilidade também de ser viável o uso das instalações que hoje servem à fabricação dos componentes para a produção do produto final. Nesse caso, haveria o acréscimo do volume de unidades elaboradas[...]

Nestes trechos, Eliseu Martins elabora a ideia de que a escolha pela compra do produto pode resultar na desativação de parte da fábrica ou na utilização das instalações vagas para aumentar a capacidade produtiva da fábrica como um todo, aumentando o número de produtos acabados produzidos.

3.1.1 Condições para a escolha de aquisição externa

Estas situações culminam em duas condições para que se escolha a compra do componente em detrimento da sua produção, sendo estas:

- (i) Para a situação de desativação de parte da fábrica:
 - a. A economia nos custos fixos gerados pela desativação deve ser grande o suficiente para que o custo unitário do produto final seja menor no caso de compra, em relação ao caso de produção.

- (ii) Para a situação de aumento da produção por meio do uso das instalações vagas:
 - a. O acréscimo de unidades produzidas se reflete em uma M.C. Total maior no caso de compra do que no caso de produção, ressaltando que no último caso o número de produtos finais fabricados seria menor.

É perceptível que as considerações do autor geram uma necessidade extensa de dados das situações analisadas, como os dados de custos fixos, variáveis, capacidade de produção, preço. Inclusive, Eliseu Martins pondera sobre esta necessidade e ainda realiza um adendo (MARTINS, 2003, p. 163):

Claro está que, para as decisões, várias informações foram necessárias, além dos elementos de custos, como manutenção do preço de venda, absorção pelo mercado do acréscimo de volume elaborado etc. Outras ponderações ainda precisariam ser feitas, tais como: tem a empresa capital circulante suficiente para suportar um acréscimo de volume de produção? Existe grande risco no fato de passarmos a depender de um fornecedor para a obtenção de um componente de nosso produto? A qualidade desse componente é de fato igual à do nosso? etc

Consolidando, o autor elenca uma regra geral envolvendo a análise da Margem de Contribuição Total e, também, traz duas situações coletivamente exaustivas do estudo de viabilidade das hipóteses de compra ou produção dos componentes.

3.2 TEORIA ECONÔMICA DO CUSTO DE TRANSAÇÃO

3.2.1 Contexto da teoria

A teoria do custo de transação (TCT), propriamente dita, foi desenvolvida pelo economista Oliver Williamson, mas se inicia com o estudo da criação e expansão das firmas e a organização dos mercados a partir da publicação do artigo de Ronald Coase “*The nature of the Firm*”, de 1937. Neste trabalho, Coase buscava entender as motivações que faziam com que as empresas internalizassem atividades que poderiam ser obtidas no mercado por um custo inferior.

No processo decisório de organização dos seus recursos, as firmas fariam uma avaliação de custos comparando a situação em que ela negocia os recursos no mercado com a alternativa de organizar a produção internamente, buscando a maior eficiência econômica por meio de uma mudança no arranjo institucional (SARTO; ALMEIDA, 2015, p. 3).

Em relação à TCT, de Williamson, os pesquisadores SARTO e ALMEIDA (2015, p. 5) desenvolveram:

a TCT propõe uma interpretação sobre o funcionamento das firmas e mercados, tendo a transação como unidade básica de análise. Esta última é definida como o evento onde um bem ou serviço é transferido através de uma interface tecnologicamente separável, sendo passível de estudo enquanto relação contratual, uma vez que envolve interações e compromissos intertemporais entre os agentes.

3.2.2 Os contratos e o custo de transação

Para Williamson, os contratos são os pivôs da organização econômica. Por meio destes, os agentes econômicos estabelecem as suas relações numa rede de compromissos contratuais que funcionam como promessas de comportamentos futuros. Sendo promessas, estes contratos possuem riscos e incompletudes que podem gerar futuros desalinhamentos e,

por conseguinte, custos significativos para retomar a coordenação entre os agentes (SARTO; ALMEIDA, 2015, p. 5).

Estes são os custos de transação, definidos por PONDÉ, 1997 apud FAGUNDES (1997, p.9)¹ como:

[...] o dispêndio de recursos econômicos para planejar, adaptar e monitorar as interações entre os agentes, garantindo que o cumprimento dos termos contratuais se faça de maneira satisfatória para as partes envolvidas e compatível com a sua funcionalidade econômica.

3.2.3 Características do custo de transação

A análise do custo de transação pode ser feita por três dimensões: (i) a frequência transacional, (ii) o grau de incerteza da transação e, por fim, (iii) a especificidade do ativo envolvido (SARTO; ALMEIDA, 2015, p. 8).

A frequência transacional estabelece que a complexidade de uma organização é diretamente proporcional à frequência de transações, uma vez que, por exemplo, a presença de muitas interações aumenta a exposição ao risco e aos custos transacionais.

O grau de incerteza da transação também possui proporcionalidade direta com a complexidade da organização, dado que uma maior incerteza quanto ao resultado da transação incorrerá em uma maior complexidade no contrato, na tentativa de compensar os riscos tomados.

Por fim, e a mais importante para este trabalho, a especificidade do ativo é diretamente proporcional à tendência de produzir um ativo internamente. Isto ocorre porque caso se decida por adquirir um ativo altamente específico no mercado, o custo de transação de uma mudança no contrato seria extraordinariamente elevado, uma vez que a alta especificidade do ativo acaba por prender a firma a um sistema econômico externo a ela (SARTO; ALMEIDA, 2015, p. 8).

Quanto à última dimensão, vale acrescentar que a decisão por confiar a qualidade de um ativo altamente específico a um sistema externo pode provocar, para além do custo de transação, um aumento nos custos gerados pelo descontrole da qualidade.

¹ PONDÉ, J. L. **Coordenação, custos de transação e inovações institucionais**. Texto para Discussão, IE/UNICAMP, Campinas, n. 38, 1994.

3.2.4 Arranjos Institucionais

A partir da exposição anterior, nota-se a relação entre os custos de transação e a maneira como a firma se organiza internamente e interage com o mercado. Visto isso, Williamson estruturou uma análise sobre como estes arranjos institucionais responderiam aos desafios impostos pelo desenvolvimento do capitalismo e a busca pela eficiência.

Nesta análise, Williamson discute três principais arranjos institucionais, o hierárquico, o mercantil e o híbrido (SARTO; ALMEIDA, 2015, p. 10).

A estrutura hierárquica é um arranjo que busca uma internalização, total ou parcial, da cadeia produtiva, onde a relação entre os agentes internos é pautada pela autoridade. Assim, projeta-se um maior controle sobre as incertezas atreladas à cadeia produtiva e, consequentemente, uma redução no custo de transação (SARTO; ALMEIDA, 2015, p. 10).

Entretanto, a estrutura de mercado seria o exato oposto, neste arranjo a firma busca realizar contratos, com menor ou maior frequência, junto ao mercado, onde as relações entre os agentes são pautadas pelo mecanismo de preços. Por um lado, esta estrutura traz maiores incertezas e custos de transação, por outro, ela possibilita ganhos com barganha e escala, uma vez que os diferentes agentes podem complementar as cadeias uns dos outros, gerando uma maior agregação da demanda (SARTO; ALMEIDA, 2015, p. 10).

Por fim, a estrutura híbrida tenta se aproveitar das vantagens dos dois arranjos anteriores, sendo possível um manejo diferenciado para as diferentes realidades de cada firma, onde elas podem, por exemplo, aumentar as transações com o mercado para adquirir um componente menos estratégico do seu produto enquanto internaliza a produção de outro, mais estratégico (SARTO; ALMEIDA, 2015, p. 10). Neste exemplo, o custo de transação para o componente menos estratégico seria menor em comparação com a situação onde o componente mais estratégico é adquirido no mercado.

3.2.5 A relação entre a especificidade de um ativo e os arranjos institucionais

Aprofundando o entendimento da dimensão especificidade do ativo, Whittington e Dowall (2006, p. 12, tradução nossa)¹ elucidam:

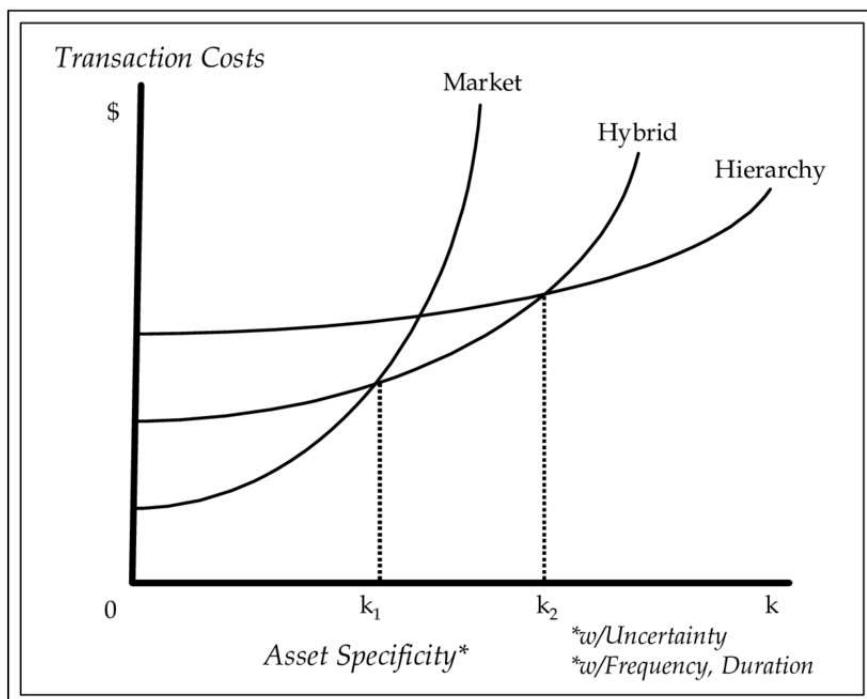
O modelo heurístico de Oliver Williamson para a economia dos custos de transação (1996) sugere que organização econômica (mercado, híbrida, hierarquia) é uma função do custo de transação associado à especificidade do

¹ “A suggests that economic organization (market, hybrid, hierarchy) is a function of transaction cost associated with asset specificity (k) in the presence of uncertainty, for frequent transactions or those that are lengthy in duration” (WHITTINGTON; DOWALL, 2006, p.12).

ativo (k) na presença de incerteza, para transações frequentes ou de longa duração.

Juntamente com o trecho, os autores trazem o gráfico abaixo que representa esquematicamente a relação entre os custos de transação e a especificidade do ativo, para os diferentes tipos de arranjos institucionais.

Figura 12 – Relação entre a especificidade de um ativo e o custo de transação, considerando diferentes arranjos institucionais.



Fonte: (WHITTINGTON; DOWALL, 2006).

A figura acima possibilita uma visualização do conceito de arranjos institucionais trazidos por Williamson, onde as porções inferiores das curvas representariam estrutura produtiva com o menor custo de transação para diferentes graus de especificidade do ativo.

3.3 VISÃO BASEADA EM RECURSOS

A visão baseada em recursos surge do questionamento de como as empresas de um mesmo setor acabam tendo performances diferentes, os autores dessa teoria defendem o entendimento de que o diferencial competitivo de uma firma deriva dos seus recursos, tangíveis ou intangíveis, e capacidades (PRÉVOT; MACHADO; CARVALHO, 2014, p. 507). Ou seja, a visão baseada em recursos analisa o contexto interno da empresa para identificar as suas forças e fraquezas, tendo como objetos de análise o recurso disponível e a capacidade da

firma de alcançar o potencial de benefícios econômicos e estratégicos provenientes destes ativos.

A referência Prévot, Machado e Carvalho (2014, p. 508) traz a definição de recursos dada por Jay Barney:

“Os recursos de uma firma consistem em todos os ativos tangíveis e intangíveis, humanos e não humanos possuídos e controlados por ela e que lhe permitem agregar valor a seus produtos e serviços”

Portanto, o reconhecimento dos recursos estratégicos dentro de uma empresa permitiria com que ela explorasse oportunidades e neutralizasse ameaças, produzindo um incremento na sua eficiência.

3.3.1 Classificações dos recursos

Ademais, estes recursos se subdividiriam em recursos físicos, humanos, organizacionais, tecnológicos, financeiros e reputacionais. Assim, para que a empresa possa identificar seus recursos estratégicos, ela teria que lhes analisar por quatro critérios (UBEDA, 2006, p. 4):

- (i) **Valor:** o recurso precisa prover a capacidade de explorar oportunidades e reduzir ameaças, para isso este terá que ser valioso;
- (ii) **Raridade:** para que o recurso seja provoque um diferencial competitivo é razoável dizer que ele deverá ser escasso, ou seja, os concorrentes devem possuir escassez do recurso;
- (iii) **Inimitabilidade:** não deve ser fácil de um concorrente obter o recurso estratégico da empresa, ou seja, ele deve possuir um alto custo de desenvolvimento ou aquisição por parte dos concorrentes;
- (iv) **Substitutibilidade:** não deve haver produtos substitutos de fácil acesso pelos concorrentes.

Uma vez que o recurso estratégico foi identificado, Robert Morris Grant propôs uma estrutura de formulação da estratégia da empresa baseando-se na análise dos recursos e capacidades que ela teria a disposição. Esta formulação seria dividida em 5 estágios (UBEDA, 2006, p. 5):

- (1) Análise da base de recursos da firma;
- (2) Avaliação das capacidades;
- (3) Análise do custo-benefício potencial dos recursos e competências;

- (4) Seleção da estratégia;
- (5) Expansão da base de recursos e competências da empresa.

A partir da identificação dos recursos estratégicos e da formulação da estratégia baseada na visão centrada nos recursos, seria possível entender quais interações internas seriam necessárias para desbloquear o potencial dos recursos e capacidades da empresa e obter uma vantagem competitiva sustentável, que resista às tentativas de imitação e substituição pelos concorrentes (UBEDA, 2006, p. 6).

4 METODOLOGIA

4.1 COLETA DAS INFORMAÇÕES

As informações em relação a organização industrial das fabricantes de *eVTOL* foram coletadas manualmente a partir de fontes de autoria própria das empresas, como as páginas de relação com investidores, e fontes de autoria de terceiros, como jornais tradicionais e *blogs* autônomos.

As informações coletadas não são consideradas exaustivas dada a natureza manual do método de coleta das informações, a ausência de comunicação por parte das empresas em relação aos fornecedores contratados e a não existência de tal definição.

O estudo foi realizado com uma amostra de 12 empresas do setor, a escolha teve o objetivo de abranger diferentes categorias de fabricantes, desde grande porte até startups, para possibilitar uma posterior comparação de escolhas da organização industrial em relação ao porte da empresa.

As empresas escolhidas foram:

- Airbus
- Bell

- Volocopter
- Vertical
- Archer
- Lilium
- Eve
- AutoFlight
- E-Hang
- Beta
- Joby
- Wisk

4.2 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES

Para realizar a análise das informações coletadas de identificação de fornecedores das fabricantes de veículos *eVTOL* foi construído um quadro de 12x4, sendo as linhas as empresas analisadas e as colunas as frentes de análise da organização industrial das fabricantes. Após a coleta de informações das escolhas dos fabricantes, estas foram classificadas em quatro grupos de tipo de fornecimento por frente de análise, como mostrado abaixo:

I. Bateria

- a. **Fornecimento próprio:** é responsável pela transformação de matérias primas adquiridas no mercado em células da bateria.
- b. **Fornecimento terceirizado:** compra as células no mercado para que façam apenas as configurações do conjunto bateria de acordo com seu projeto interno, ou adquire os conjuntos de bateria já montados.
- c. **Fornecimento misto:** a fabricante participa em conjunto com outra empresa no processo de projeto ou manufatura das células.
- d. **Sem informações ou informações insuficientes:** não foi encontrada nenhuma comunicação objetiva da fabricante em relação ao tipo de fornecimento que é, ou será, utilizado na fabricação do componente analisado.

II. Motor

- a. **Fornecimento próprio:** compra as peças separadas e monta o motor internamente.
- b. **Fornecimento terceirizado:** realiza a compra de um motor disponível no catálogo do fornecedor, sob encomenda ou via parceria.
- c. **Fornecimento misto:** a fabricante participa de alguma etapa do processo de manufatura do motor.

- d. **Sem informações ou informações insuficientes:** não foi encontrada nenhuma comunicação objetiva da fabricante em relação ao tipo de fornecimento que é, ou será, utilizado na fabricação do componente analisado.

III. Fuselagem

- a. **Fornecimento próprio:** compra matérias primas refinadas e as transformam na fuselagem completa da aeronave.
- b. **Fornecimento terceirizado:** adquire toda a fuselagem proveniente de fornecedores externos.
- c. **Fornecimento misto:** a fabricante participa de alguma etapa do processo de manufatura da fuselagem ou fabrica dentro de sua operação alguma parte da mesma.
- d. **Sem informações ou informações insuficientes:** não foi encontrada nenhuma comunicação objetiva da fabricante em relação ao tipo de fornecimento que é, ou será, utilizado na fabricação do componente analisado.

IV. Montagem

- a. **Fornecimento próprio:** possui ao menos um estabelecimento de montagem próprio ou por meio de aluguel.
- b. **Fornecimento terceirizado:** não possui nenhum estabelecimento de montagem e compra o serviço de uma montadora.
- c. **Fornecimento misto:** a fabricante recebe possui ao menos um estabelecimento de montagem próprio e contrata o serviço de montagem para algum grupo de componentes específico.
- d. **Sem informações ou informações insuficientes:** não foi encontrada nenhuma comunicação objetiva da fabricante em relação ao tipo de fornecimento que é, ou será, utilizado na fabricação do componente analisado.

5 RESULTADOS

5.1 BATERIA

5.1.1 Airbus

Segundo matéria de 2019 publicada pela Airbus em seu fórum de notícias, a Airbus iniciou uma parceria com a fabricante de baterias Amprius para o projeto Zephyr. No decorrer da matéria há a citação do Diretor de Operações da Amprius, Jon Bornstein, que descreveu (AIRBUS, 2019, tradução nossa)¹:

Estamos extremamente satisfeitos por trabalhar com a Airbus e fornecer baterias para o programa Zephyr[...]Da mesma forma, nosso desenvolvimento de células de alta energia para mobilidade aérea urbana permitirá oportunidades interessantes em novos mercados de aviação.

O trecho citado revela que a partir de 2019 a Airbus começa a receber células de bateria para um determinado projeto, e que existia um interesse por parte da Amprius em explorar novos mercados de aviação juntamente com a Airbus. Além disso, segundo outro trecho coletado no fórum de notícias da Airbus (AIRBUS, 2022, tradução nossa)², “A bateria é uma das duas fontes elétricas do demonstrador, sendo a outra uma “Unidade de abastecimento elétrico auxiliar” (e-APU) fornecida pela Safran.”, mostrando que também adquirem uma bateria auxiliar externamente.

Por fim, na mesma publicação em que a Airbus relata sobre a e-APU, a fabricante do CityAirbus NextGen colocou como título e subtítulo da notícia, respectivamente (AIRBUS, 2022, tradução própria)³:

A tecnologia de bateria de alta tensão da Airbus se prepara para o teste de voo EcoPulse e além: A nova bateria no demonstrador EcoPulse* é o mais recente “bloco tecnológico” da Airbus para permitir que nossas futuras aeronaves apoiem ainda mais a descarbonização

Analisando os três recortes não é possível afirmar com certeza que o projeto de *eVTOL* da Airbus, o CityAirbus NextGen, irá receber baterias fabricadas externamente ou

¹ “We are extremely pleased to be working with Airbus and supplying batteries for the Zephyr program[...]Likewise, our development of high energy power cells for Urban Air Mobility will enable exciting opportunities in new aviation markets.” (AIRBUS, 2019).

² “The battery is one of the two electric sources on the demonstrator, the other being an "e-Auxiliary power Unit" (e-APU) provided by Safran.” (AIRBUS, 2022).

³ “Airbus’ high-voltage battery technology prepares for EcoPulse flight test and beyond: The new battery in the EcoPulse* demonstrator is Airbus’ latest “technology brick” to enable our future aircraft to further support decarbonization.” (AIRBUS, 2022).

internamente, entretanto deve-se salientar que a notícia de 2022 mostra que a Airbus possui a capacidade de fabricar uma bateria que poderia ser usada no *eVTOL*.

Visto isso, é possível, dada granularidade proposta neste trabalho, que se caracterize o fornecimento de baterias da Airbus como terceirizado, uma vez que ela já obteve a célula de bateria externamente, como diz a notícia de 2019, e o fornecimento próprio seria apenas uma hipótese baseada na sua alegada capacidade.

5.1.2 Vertical

Segundo relatório publicado na página de relação com investidores da Vertical, foi escolhida a empresa “Molicel” como fornecedora de células de bateria, caracterizando um fornecimento terceirizado (VERTICAL, 2023, p.26).

5.1.3 Archer

De acordo com a apresentação para investidores publicada na página de relação com investidores da Archer, a empresa “Molicel” fornecerá as células de bateria para o conjunto de bateria do veículo (ARCHER, 2022, p. 10). Portanto, o fornecimento de baterias da Archer foi caracterizado como terceirizado.

5.1.4 Lilium

A empresa Lilium apresentou diversos fornecedores na apresentação para investidores de agosto de 2023, entre eles, a empresa “CustomCells” foi escolhida como fornecedora de células de bateria para a aeronave Lilium Jet (LILIUM, 2023, p.22). A escolha realizada pela Lilium caracteriza um fornecimento terceirizado, segundo os critérios adotados.

5.1.5 Eve

A fabricante EVE revelou na apresentação institucional de setembro de 2023 diversos fornecedores, dentre eles a fornecedora do conjunto de baterias, a empresa “BAE Systems”. É importante ressaltar que a EVE adotou um fornecimento diferente das demais fabricantes de veículos *eVTOL*, optando pela aquisição de um sistema de alimentação energético pré-configurado, ou seja, pelo conjunto de baterias (EVE, 2023, p. 10).

5.1.6 Bell

Segundo matéria publicada no noticiário da própria fabricante Bell Flight (BELL, 2018, tradução nossa)¹:

A Bell continua construindo a rede de ODM e é responsável pelo *design*, desenvolvimento e produção do táxi aéreo, enquanto a EPS irá liderar o *design*, desenvolvimento, testagem, produção e suporte do sistema de armazenamento de energia.

O trecho deixa claro as funções de cada uma das empresas envolvidas na parceira e, assim como a empresa Eve, realizou uma escolha diferentes das demais, exceto a própria Eve, e optou pelo fornecimento terceirizado do conjunto de baterias como um todo, de acordo com os critérios de classificação adotados no presente trabalho.

5.1.7 E-Hang

Em 2022, a empresa E-Hang publicou um relatório de informações financeiras no seu portal de relação com investidores onde relataram (E-HANG, 2022, p. 37, tradução nossa)²:

Nós compramos externamente certos componentes chaves e matérias-primas, como chips de computadores, baterias, motores e telas eletrônicas, de fornecedores externos para usar em nossa montagem, produção e operação de AAVs.

Diante do trecho, percebe-se uma nomenclatura diferenciada para seus veículos. A sigla “AAV” se refere à classificação “*Autonomous aerial vehicle*”, ou seja, “Veículo aéreo autônomo”.

Uma vez elucidado esse ponto, apesar de o trecho citado não deixar claro se a E-Hang recebe as células de bateria ou o conjunto de bateria já montado, é possível afirmar que a referência ao objeto pelo termo “baterias” traz forte evidência de que o tipo de fornecimento adotado é aderente à classificação de terceirizado adotado neste trabalho.

¹ “Bell continues to build the ODM network and is responsible for the design, development and production of the Air Taxi, while EPS will lead the design, development, testing, production and support of the energy storage systems.” (BELL, 2018).

² “We purchase certain key externally sourced components and raw materials, such as computers chips, batteries, motors and electronic displays, from external suppliers for use in our assembly, production and operations of AAVs.” (E-HANG, 2022, p. 37).

5.1.8 Beta

Quanto à empresa Beta, a informação sobre o fornecimento das baterias veio de uma fonte secundária, no caso, um portal de notícias especializado em veículos *eVTOL*. Segundo a matéria realizada pelo portal “*eVTOL News*” sobre o veículo ALIA-250 da fabricante Beta (VERTICAL FLIGHT SOCIETY, entre 2019 e 2023, tradução nossa)¹, “As células de bateria são compradas de vendedores externos, mas os conjuntos de bateria são customizados e finalizados internamente”.

No tocante a confiabilidade da fonte externa, é importante salientar que o portal de notícias ‘*eVTOL News*’ é administrado pela *Vertical Flight Society*, foi fundada nos Estados Unidos da América em 1943 e é a mais antiga e a maior sociedade técnica do mundo dedicada a melhorar o entendimento das tecnologias de voo verticais. Visto isso, foi avaliado que o portal é uma fonte segura de informações para o escopo do presente trabalho.

Analizando o trecho, a constatação do portal de notícias traz evidência de que a empresa Beta adquire as células de bateria externamente e realiza a configuração dos conjuntos de bateria internamente, caracterizando o fornecimento terceirizado.

Em suma, consolidando todas as informações encontradas obtivemos que para o subsistema de armazenamento de energia, obteve-se a distribuição de escolha de fornecimento, por categoria de fornecimento, de 67% de fornecimento terceirizado, 0% misto, 0% próprio e 33% não identificado. Vale destacar que apenas um fornecedor se repetiu entre as empresas com fornecedores identificados, que foi a empresa taiwanesa “Molicel” e apenas a Eve adquire o conjunto de baterias pré-configurado.

Quadro 1 - Detalhamento do tipo de fornecimento para o subsistema de bateria.

¹ “The battery cells are purchased from outside vendors but the battery packs are customized and completed in-house.” (VERTICAL FLIGHT SOCIETY, entre 2019 e 2023).

	Bateria
AIRBUS	Amprions e Safran
VOLOCOPTER	
VERTICAL	Molicel
ARCHER	Molicel
LILIUM	CustomCells
EVE	BAE Systems
BELL	Electric Power Systems (EPS)
AUTOFLIGHT	
CHANGHONG	(Não especificado)
BETA	(Não especificado)
Joby	
wiski	

█ Próprio
 █ Terceirizado
 █ Misto
 █ Sem informações

Fonte: O Autor.

5.2 MOTOR

5.2.1 Airbus

No dia 10 de maio de 2022 a Airbus publicou no seu sítio eletrônico oficial uma notícia que realizou o seguinte anúncio (AIRBUS, 2022, tradução nossa)¹:

A Airbus selecionou a MAGicALL para fornecer os motores da aeronave elétrica de decolagem e pouso vertical (*eVTOL*) CityAirbus NextGen. O protótipo *eVTOL* da Airbus será equipado com uma versão customizada do MAGiDRIVE, a mais nova geração de motores elétricos fabricados pela MAGicALL.

Com base neste trecho a fabricante do CityAirbus NextGen, a Airbus, deixou clara a parceria com a empresa MAGicALL para o fornecimento, por parte da última, de motores elétricos para a aeronave CityAirbus NextGen, o que caracteriza um fornecimento terceirizado.

¹ “Airbus has selected MAGicALL to supply the motors of the electric vertical take-off and landing (*eVTOL*) aircraft CityAirbus NextGen. Airbus’ *eVTOL* prototype will be equipped with a tailored version of the MAGiDRIVE, the newest generation of electric motors manufactured by MAGicALL.” (AIRBUS, 2022).

5.2.2 Vertical

De acordo com o relatório publicado na página de relação com investidores da Vertical no dia 12 de setembro de 2023, a empresa contará com o fornecimento de unidades de propulsão elétricas fornecidas pela gigante fabricante de motores de carros, a Rolls Royce (VERTICAL, 2023, p. 26).

Baseado neste achado, é possível caracterizar o fornecimento dos motores como terceirizado para a fabricante Vertical.

5.2.3 Archer

Para encontrar uma classificação de fornecimento para a Archer foi necessária a coalizão de três origens de informação diferentes. A primeira informação foi retirada da página de relação com investidores da empresa, onde comunicam que desenvolveram um design próprio de motor, o que torna possível a inferência de esse motor, apenas, pode ser fabricada internamente ou por encomenda, não sendo possível a sua aquisição de um catálogo ordinário (ARCHER, 2022, p. 17-23).

A segunda informação também foi coletada no site de relação com investidores da empresa, mas de uma publicação mais recente datada de abril de 2023. Nesta apresentação a Archer comunica que a Stellantis é uma parceira estratégica de manufatura desde 2020 e é a maior acionista da fabricante de veículos *eVTOL*, além disso, anunciaram a construção, em conjunto com a Stellantis, de uma instalação de manufatura em larga escala em Convington, EUA (ARCHER, 2023, p. 14-15).

Por fim, a terceira informação captada se refere a uma publicação no fórum de notícias oficial da Stellantis onde realizaram a afirmação (STELLANTIS, 2022, tradução nossa)¹: “A produção de motores elétricos começou em Trémery, França, na Emotors, uma joint venture entre Nidec Leroy-Somer Holding e Stellantis”. O trecho valida a capacidade do grupo de fornecer motores elétricos para as suas investidas, uma vez que já possui uma linha de produção de motores elétricos em funcionamento.

Consolidando todas as três informações relatadas anteriormente, é possível afirmarmos com razoável grau de certeza que a Stellatins deverá ser a fornecedora de motores elétricos para a fabricante de veículos *eVTOL* Archer, caracterizando um fornecimento terceirizado.

¹ “STELLANTIS Production of electric motors has begun in Trémery, France, at Emotors, a joint venture between Nidec Leroy-Somer Holding and Stellantis.” (STELLANTIS, 2022).

5.2.4 Lilium

De acordo com a notícia veiculada no portal de notícias oficial da Lilium no dia 23 de maio de 2022 (LILIUM, 2022, tradução nossa)¹:

(“Lilium”), desenvolvedora do primeiro jato totalmente elétrico de decolagem e pouso vertical (“*eVTOL*”), fez parceria com a Honeywell e a DENSO, que irão co-desenvolver e fabricar o motor elétrico (*e-motor*) do Lilium Jet. que alimentará as turbinas do Lilium Jet.

Ademais, segundo um trecho da página de produto do motor “Honeywell | Denso” no site da Honeywell (HONEYWELL, 202-?, tradução nossa)², onde relatam “A Honeywell e a DENSO, fornecedora líder de motores confiáveis para carros elétricos, estabeleceram uma aliança para impulsionar o futuro da mobilidade aérea urbana[...]”. Além deste trecho, também afirmam que (HONEYWELL, 202-?, tradução nossa)³ “Honeywell e DENSO colaboraram para criar o futuro dos motores elétricos para aeronaves”, o que demonstra que as duas empresas, Honeywell e DENSO, fornecem o motor para o mercado em formato de parceria.

Reunindo as informações anteriores, é possível afirmar que a Honeywell e a DENSO fornecerão, em conjunto, os motores para a aeronave Lilium Jet da empresa Lilium, caracterizando assim um fornecimento terceirizado segundo os critérios deste trabalho.

5.2.5 Eve

No dia 30 de agosto de 2023 a fabricante de veículos *eVTOL*, Eve, liberou uma apresentação institucional no seu portal de relação com investidores onde, pela primeira vez, revelaram três fornecedores primários para o seu veículo. Dentre eles, foi revelado que a empresa Nidec Aerospace foi a escolhida para fornecer os motores elétricos do veículo da Eve (EVE, 2023, p. 10).

Visto que a empresa Eve deixou claro o seu fornecedor externo, podemos categorizar com certeza o tipo de fornecimento como terceirizado.

¹ “(“Lilium”), developer of the first all-electric vertical take-off and landing (“*eVTOL*”) jet, has partnered with Honeywell and DENSO, who will co-develop and manufacture the Lilium Jet’s electric motor (*e-motor*) that will power the Lilium Jet’s engines.” (LILIUM, 2022).

² “Honeywell and DENSO, a leading supplier of reliable motors for electric cars, have established an alliance to propel the future of urban air Mobility” (HONEYWELL, 202-?).

³ “Honeywell and DENSO collaborate to create the future of electric aircraft motors” (HONEYWELL, 202-?).

5.2.6 Bell

Para concluir o tipo de fornecimento de motores adotado pela Bell, usou-se a conexão entre três fontes de informação. A primeira informação foi publicada pelo portal de notícias Electric VTOL News (VERTICAL FLIGHT SOCIETY, entre 2017 e 2020, tradução nossa)¹, organizado pela *Vertical Flight Society*, onde relataram “Bell diz que a equipe Nexus consiste em uma parceria com Safran (sistemas híbridos de propulsão e acionamento), Electric Power Systems, EPS (sistemas de armazenamento de energia)”.

Segundo o trecho a Bell possuía, no passado, uma parceria com a Safran para o fornecimento dos motores elétricos para a aeronave Nexus 6HX, entretanto segundo o portal de notícias Aviation Week em uma publicação de janeiro de 2020 (AVIATION WEEK, 2020, tradução nossa)², “A Safran, que teria fornecido o sistema de propulsão híbrido-elétrico, não está mais envolvida. Um fornecedor para o sistema de propulsão totalmente elétrico será anunciado em breve.”.

Adicionando, o trecho retirado do portal de notícias oficial da Rolls Royce, mostra a parceria realizada entre as duas empresas (ROLLS ROYCE, 2020, tradução nossa)³: “Rolls-Royce fornecerá sistema de propulsão para Bell V-280 Valor na competição FLRAA do Exército dos EUA”. Vale ressaltar que o motor utilizado no Bell V-280 não é elétrico.

Consolidando as informações anteriores, percebe-se que a fabricante Bell já havia optado pelo fornecimento terceirizado dos motores elétricos, no passado, pela Safran mas essa parceria não existe mais. Somando esse histórico com a atual parceria com a Rolls Royce, é possível deduzir que tanto a Bell quanto a Rolls Royce possuem tendências históricas e incentivos que favorecem um futuro acordo de fornecimento de motores elétricos para o *eVTOL* da Bell.

Em suma, é possível inferir a preferência da Bell pelo fornecimento de motores elétricos terceirizados a partir da antiga parceria com a Safran e, também, pode-se dizer que a relação entre Bell e Rolls Royce é um incentivo para que esse tipo de fornecimento continue assim. Portanto, segundo os critérios deste trabalho, o fornecimento de motores elétricos da Bell é terceirizado.

¹ “Bell says team Nexus consists of a partnership with Safran (hybrid propulsion and drive systems), Electric Power Systems, EPS (energy storage systems).” (VERTICAL FLIGHT SOCIETY, entre 2017 e 2020).

² “Safran, which would have provided the hybrid-electric propulsion system, is no longer involved. A supplier for the all-electric propulsion system will be announced soon.” (AVIATION WEEK, 2020).

³ “Rolls-Royce to provide propulsion system for Bell V-280 Valor in U.S. Army FLRAA competition.” (ROLLS ROYCE, 2020).

5.2.7 E-Hang

Segundo relatório publicado em 2022 no portal de notícias da E-Hang (E-HANG, 2022, p. 37, tradução nossa)¹:

Nós compramos externamente certos componentes chaves e matérias-primas, como chips de computadores, baterias, motores e telas eletrônicas, de fornecedores externos para usar em nossa montagem, produção e operação de AAVs.

Apesar de não especificar quem é o fornecedor, a fabricante E-Hang deixa claro que o fornecimento de motores virá de fornecedores externos, ou seja, terceirizados.

5.2.8 Beta

Segundo matéria jornalística da Vertical Flight Society (VERTICAL FLIGHT SOCIETY, entre 2019 e 2023, tradução nossa)²: “A empresa também fabrica seus próprios motores elétricos para garantir que os motores sejam totalmente customizados para a aeronave”. A partir deste trecho e da alta confiabilidade acerca da fonte consultada é possível afirmar com razoável grau de certeza que o tipo de fornecimento adotado pela Beta é o próprio.

5.2.9 Joby

Em abril de 2023 a fabricante publicou em seu portal de notícias oficial uma matéria sobre sua parceria com a Toyota, no decorrer da matéria destacou-se (JOBY, 2023, tradução nossa)³: “Os componentes, projetados por Joby e fabricados pela Toyota, serão entregues nas instalações de produção de motores e eletrônicos da Joby em San Carlos, Califórnia.”.

A partir do trecho anterior a Joby deixou clara a opção adotada pelo fornecimento terceirizado do motor elétrico. Vale ressaltar que o fato do projeto do motor ser proprietário da Joby produz um grande incentivo, no sentido econômico, para que ela adote um fornecimento terceirizado por meio de uma parceria.

Consolidando as informações acerca dos tipos de fornecimento dos motores, temos que 67% das empresas avaliadas optaram pelo fornecimento terceirizado, 8% pelo

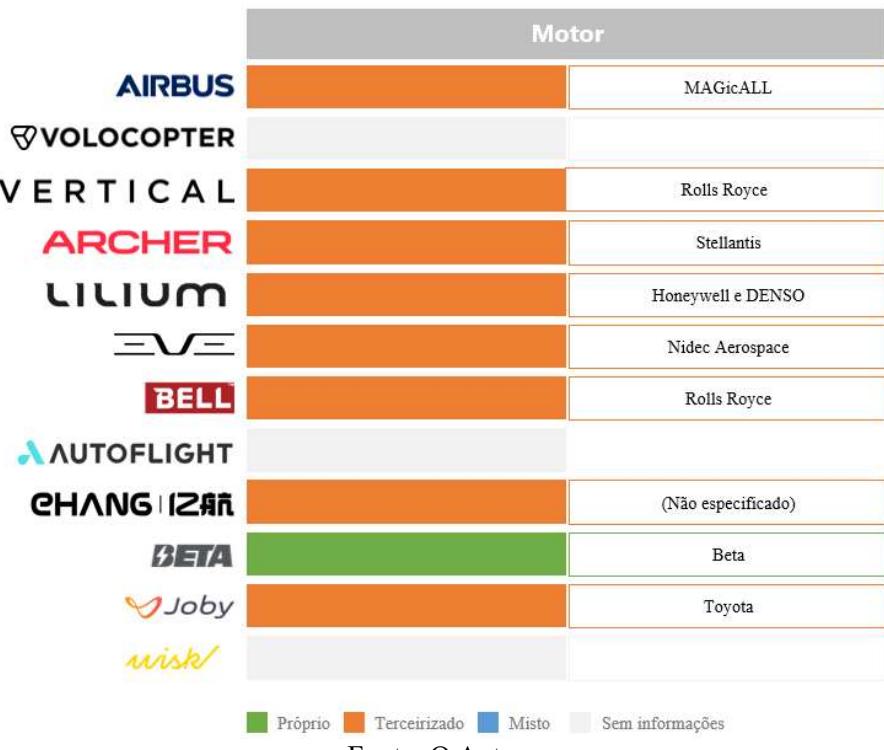
¹ “We purchase certain key externally sourced components and raw materials, such as computers chips, batteries, motors and electronic displays, from external suppliers for use in our assembly, production and operations of AAVs.” (E-HANG, 2022, p. 37).

² “The company also manufactures its own electric motors to make sure the motors are completely customized for the aircraft.” (VERTICAL FLIGHT SOCIETY, entre 2019 e 2023).

³ “The components, designed by Joby and manufactured by Toyota, will be delivered to Joby’s powertrain and electronics manufacturing facility in San Carlos, California.” (JOBY, 2023).

fornecimento próprio e 25% não foi identificado. Estas informações estão representadas no quadro abaixo, onde acompanham as informações dos nomes dos fornecedores, quando aplicável.

Quadro 2 - Detalhamento do tipo de fornecimento para o subsistema de motor.



Fonte: O Autor.

5.3 FUSELAGEM

5.3.1 Airbus

De acordo com o portal de notícias oficial da Airbus foram recolhidos dois trechos, o primeiro relatou (AIRBUS, 2022, tradução nossa)¹: “A Spirit AeroSystems será responsável pelo desenvolvimento e fabricação das asas do CityAirbus NextGen em Belfast, Irlanda do Norte.”.

Já o segundo trecho destacou (AIRBUS, 2022, tradução nossa)²: “A Airbus fez parceria com a KLK Motorsport e a Modell- und Formenbau Blasius Gerg GmbH para projetar, desenvolver e fabricar a estrutura traseira do CityAirbus NextGen.”.

Reunindo as duas informações é possível notar que a Airbus está optando por uma variedade de fornecedores para diferentes partes da fuselagem do veículo. Em relação ao

¹ “Spirit AeroSystems will be responsible for developing and manufacturing CityAirbus NextGen’s wings in Belfast, Northern Ireland.” (AIRBUS, 2022).

² “Airbus is partnering with KLK Motorsport and Modell- und Formenbau Blasius Gerg GmbH to design, develop and manufacture the rear structure of CityAirbus NextGen.” (AIRBUS, 2022).

segundo trecho, a matéria não elucida se a Airbus também participa da manufatura da estrutura traseira, o que impossibilita a classificação como fornecimento misto para este subsistema.

Consolidando os trechos anteriores é possível afirmar com razoável grau de certeza que a Airbus está adotando fornecimento terceirizado para a fuselagem.

5.3.2 Vertical

Segundo um relatório divulgado no portal de relação com investidores da Vertical, a empresa “Leonardo” foi a escolhida para fornecer a fuselagem do *eVTOL* da fabricante, permitindo assim a sua classificação de fornecimento terceirizado (VERTICAL, 2023, p. 26).

5.3.3 Lilium

A fabricante Lilium publicou no portal de relação com investidores um relatório onde revelaram que as estruturas e fuselagens do veículo Lilium Jet serão fornecidas pelas empresas “Aernnova” e “Aciturri” (LILIUM, 2023, p. 22).

A partir desta constatação foi possível classificar que a Lilium adotou um fornecimento terceirizado para a fuselagem de seu veículo Lilium Jet.

5.3.4 Eve

De acordo com o portal de relação com investidores da Eve, ela fabricou o primeiro protótipo da fuselagem da asa e do bico do avião internamente, diferindo categoricamente da estratégia adotada pelos outros fabricantes contemplados neste trabalho. Além desta informação, a empresa não mencionou nenhuma expectativa de terceirizar a fabricação da fuselagem quando citou os próximos fornecedores a serem decididos (EVE, 2023, p. 7-11).

Portanto o fornecimento da fuselagem da aeronave da empresa Eve foi classificado como próprio, se mostrando como uma exceção dentro da amostra analisada.

5.3.5 Bell

A partir do sítio eletrônico da Bell, destinado a mostrar o centro tecnológico de manufatura da empresa, foi possível identificar o trecho (BELL, 202-?, tradução nossa)¹:

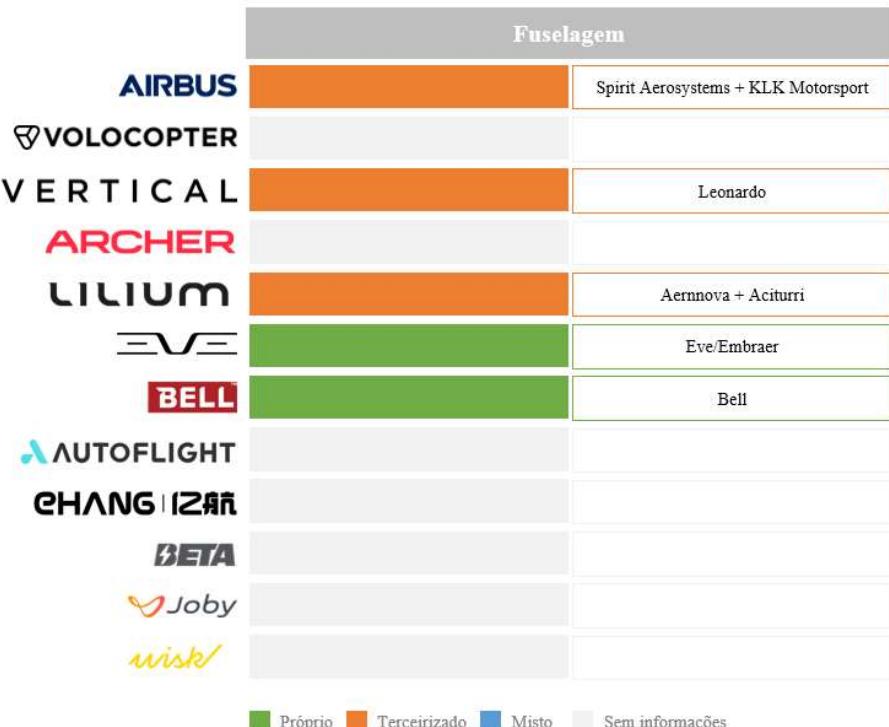
¹ “CASE MANUFACTURING: For a traditionally difficult-to-manufacture component, we leverage design and machining advancements to significantly reduce complexity.” (BELL, 202-?).

FABRICAÇÃO DE CARCAÇA: Para um componente tradicionalmente difícil de fabricar, aproveitamos os avanços de design e usinagem para reduzir significativamente a complexidade.

A fabricante não faz menção quanto a fabricação do seu *eVTOL* Nexus 6HX no citado centro, entretanto, para o escopo do presente trabalho, é possível inferir que a Bell possui grandes incentivos para realizar a produção da fuselagem de seu veículo na sua própria infraestrutura, que já está construída e em pleno funcionamento. Portanto, podemos caracterizar o fornecimento de fuselagem como próprio.

Consolidando as informações acerca dos tipos de fornecimento da fuselagem, temos que 25% das empresas avaliadas optaram pelo fornecimento terceirizado, 17% pelo fornecimento próprio e 58% não foi identificado. Estas informações estão representadas no quadro abaixo, onde acompanham as informações dos nomes dos fornecedores, quando aplicável.

Quadro 3 - Detalhamento do tipo de fornecimento para o subsistema de fuselagem.



Fonte: O Autor.

5.4 MONTAGEM

5.4.1 Volocopter

Segundo manchete publicada no portal de notícias oficial da Volocopter (VOLOCOPTER, 2023, tradução própria)¹:

A Volocopter, pioneira na mobilidade aérea urbana (MAU), anunciou ontem a abertura de suas instalações de produção em Bruchsal. A empresa bateu este marco com a abertura de um novo hangar que abrigará a linha de montagem final da empresa com um campo de aviação para realizar testes de voo de desenvolvimento, bem como verificações de qualidade.

A partir deste trecho é possível concluir que a Volocopter irá adotar uma montagem em infraestrutura própria.

5.4.2 Vertical

Segundo relatório publicado no portal de relação com investidores da Vertical, a fabricante realiza internamente os processos de “design”, desenvolvimento, testes, certificação, manufatura, serviços de bateria e treinamento de pilotos (VERTICAL, 2023, p. 10).

Portanto é possível classificar que a Vertical optou pelo fornecimento próprio de montagem das suas aeronaves.

5.4.3 Archer

De acordo com publicação realizada no portal de relação com investidores da Archer, a empresa está construindo um estabelecimento que servirá como linha de montagem e manufatura de seus componentes juntamente com a sua parceira Stellantis.

A título de ilustração, o relatório destaca o seguinte trecho (ARCHER, 2023, p. 15, tradução nossa)²: “Construção da fábrica de alta escala Archer ↔ Stellantis em andamento em Convington, GA”. Visto isso, é possível classificar que a Archer optou pelo fornecimento terceirizado da linha de montagem.

¹ “Volocopter, the pioneer of urban air mobility (UAM), announced yesterday the opening of its production facilities in Bruchsal. The company marked this milestone with the opening of a new hangar that will host the company’s final assembly line with an airfield to conduct development flight tests as well as quality checks.” (VOLOCOPTER, 2023).

² “Construction of the Archer ↔ Stellantis high-scale manufacturing facility underway in Convington, GA.” (ARCHER, 2023, p. 15).

5.4.4 Lilium

Segundo relatório publicado no portal oficial de relação com investidores, a fabricante relatou (LILIUM, 2023, p. 11, tradução nossa)¹: “As baterias para o Lilium Jet serão montadas pela Lilium em uma linha de montagem interna”.

A partir do trecho é possível afirmar com razoável grau de certeza que a Lilium adotou uma linha de montagem própria.

5.4.5 Eve

O relatório publicado no portal oficial de relação com investidores da Eve informou que a fabricante possui um estabelecimento para a produção do seu *eVTOL* em Taubaté – São Paulo (EVE, 2023, p. 12).

5.4.6 Bell

No dia 10 de agosto de 2020, a Bell publicou no seu portal de notícias oficial uma matéria sobre a inauguração do seu centro tecnológico de manufatura onde relataram (BELL, 2020, tradução nossa)²:

Bell inaugura novo centro de tecnologia de fabricação [...] A instalação oferece recursos que abrangem toda a fabricação principal de rotores e sistemas de acionamento da Bell, infraestrutura crítica e montagem final.

A partir do trecho coletado, é possível concluir que a Bell possui a capacidade de montagem em infraestrutura própria. Neste tópico, vale a mesma ressalva realizada no tópico de “Fuselagem” de que a notícia não cita que a linha será usada para montagem do Nexus 6HX, entretanto é razoável inferir que a empresa já possui essa capacidade e provavelmente a usará para montar seu *eVTOL*. Com efeito, a Bell se encaixa na classificação de fornecimento próprio de montagem.

¹ “Battery packs for the Lilium Jet will be assembled by Lilium on an in-house assembly line.” (LILIUM, 2023, p. 11).

² “Bell Unveils New Manufacturing Technology Center [...] The facility provides capabilities that span all of Bell’s core manufacturing of rotor and drive systems, critical infrastructure and final assembly.” (BELL, 2020).

5.4.7 AutoFlight

Segundo a página de *FAQ (Frequently Asked Questions)* no sítio eletrônico oficial da fabricante AutoFlight, foi possível extrair o seguinte trecho (AUTOFLIGHT, 202-?, tradução nossa)¹:

A AutoFlight é uma empresa global com centro de engenharia e certificação em Augsburg, Alemanha, instalações de fabricação e testes em Xangai, China, e operações comerciais na Califórnia, EUA.

Baseando-se na alta frequência da referência a expressão “instalações de fabricação” observada durante o processo de pesquisa, é possível afirmar com razoável grau de certeza que o tipo de fornecimento de montagem da AutoFlight é interno, ou seja, próprio, segundo os critérios adotados neste trabalho.

5.4.8 E-Hang

Segundo relatório publicado no portal de relação com investidores da E-Hang (E-HANG, 2022, p. 82): “Somos a primeira empresa eVTOL do mundo a estabelecer uma base de produção com capacidade de produção de AAV para transporte de passageiros.”.

O trecho deixa claro que a E-HANG optou pelo fornecimento próprio de montagem.

5.4.9 Beta

De acordo com o sítio eletrônico oficial da BETA (BETA, 202-?, tradução nossa)²:

A BETA iniciou a primeira fase de sua fábrica de 375.000 pés quadrados na extremidade sul da pista 33 do Aeroporto Internacional de Burlington. A instalação, que produzirá e montará aeronaves totalmente elétricas da BETA[...]

A partir do trecho é possível determinar que a BETA optou pelo fornecimento próprio da linha de montagem.

¹ “AutoFlight is a global company with their engineering and certification center in Augsburg, Germany, manufacturing and test facilities in Shanghai, China, and commercial operations in California, USA.” (AUTOFLIGHT, 202-?).

² “BETA broke ground on the first phase of its 375,000 sq. ft manufacturing facility on the south end of runway 33 at the Burlington International Airport. The facility, which will produce and assemble BETA’s all-electric aircraft.” (BETA, 202-?).

5.4.10 Joby

Segundo matéria publicada no portal de notícias oficial da Joby (JOBY, 2023, tradução nossa)¹:

Joby planeja construir instalações capazes de entregar até 500 aeronaves por ano [...] com espaço para construir até dois milhões de pés quadrados de instalações de fabricação [...] (tradução própria)

Analizando os trechos e o restante da notícia é possível afirmar que a Joby optou pelo fornecimento próprio da sua montagem.

Consolidando as informações acerca dos tipos de fornecimento da montagem, temos que 75% das empresas avaliadas optaram pelo fornecimento terceirizado, 8% pelo fornecimento misto e 17% não foi identificado. Estas informações estão representadas no quadro abaixo, onde acompanham as informações dos nomes dos fornecedores, quando aplicável.

Quadro 4 - Detalhamento do tipo de fornecimento para o subsistema de montagem.

	Montagem
AIRBUS	
VOLOCOPTER	Volocopter
VERTICAL	Vertical
ARCHER	Archer + Stellantis
LILIJUM	Lilium
EVE	Eve/Embraer
BELL	Bell
AUTOFLIGHT	AutoFlight
E-HANG	E-HANG
BETA	BETA
Joby	Joby
wisk	

█ Próprio
 █ Terceirizado
 █ Misto
 █ Sem informações

Fonte: O Autor.

¹ “Joby plans to build facility capable of delivering up to 500 aircraft per year [...] with space to build up to two million square feet of manufacturing facilities [...]” (JOBY, 2023).

5.5 CONSOLIDAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DE TIPO DE FORNECIMENTO

A pesquisa da organização industrial da indústria de veículos *eVTOL* gerou um extenso quadro de dimensão 12x4 com informações de identificação dos tipos de fornecimento dos fabricantes de veículos *eVTOL* contemplados neste estudo, com um percentual de informações encontradas de 67%.

Quadro 5 - Consolidação dos tipos de fornecimento encontrados.



Fonte: O Autor.

Analizando o quadro acima constatou-se a distribuição de tipos de fornecimento de 40% de fornecimento terceirizado, 27% próprio, 0% misto e 33% não identificado.

6 DISCUSSÃO

Retomando os dados obtidos na seção de resultados deste trabalho, a distribuição de tipos de fornecimento está figurada na tabela 1 abaixo, ordenada em ordem descendente do topo para a base.

Tabela 1 – Frequência de tipo de fornecimento da amostra.

Tipo de fornecimento	Frequência
Terceirizado	40%
Sem informação	33%
Próprio	27%
Misto	0%

Fonte: O Autor.

Conclui-se com a tabela 1 que o tipo de fornecimento terceirizado foi a moda do tipo de fornecimento na amostra analisada, traduzindo uma preferência por este tipo de fornecimento pelas empresas observadas.

Uma vez constatado este fato, é possível partir para uma análise setorizada quanto ao eixo das empresas (horizontal, em relação ao quadro 5) e quanto ao eixo dos subsistemas (vertical, em relação ao quadro 5), discutidos nos tópicos a seguir.

Como observação, cabe notar que 33% das interseções entre empresas e subsistemas receberam a classificação “Sem informação”. Com efeito, este dado possui influência sob a confiabilidade das conclusões tomadas neste trabalho, entretanto, o escopo deste documento é o de abrir uma discussão e iniciar a captura de uma tendência no mercado, emergente, de veículos *eVTOL*.

6.1 ANÁLISE POR EMPRESA

Analizando o quadro 5, pode-se realizar a análise a partir da observação dos eixos relativos às empresas (eixos horizontais) com a intenção de entender a distribuição de escolha em cada empresa e, posteriormente, trazer questionamentos sobre a motivação destas.

Assim, foi possível construir a tabela 2 abaixo que mostra a frequência de cada tipo de fornecimento por empresa.

Tabela 2 – Frequência de tipo de fornecimento por empresa.

	Próprio	Terceirizado	Misto	Sem informação
AIRBUS	-	75%	-	25%
VOLOCOPTER	25%	-	-	75%
VERTICAL	25%	75%	-	-
ARCHER	25%	50%	-	25%
LILUM	25%	75%	-	-
EVE	50%	50%	-	-
BELL	50%	50%	-	-
AUTOFLIGHT	25%	-	-	75%
CHANGHAN	25%	50%	-	25%
BETA	50%	25%	-	25%
Joby	25%	25%	-	50%
wisk	-	-	-	100%

Fonte: O Autor.

A partir da tabela 2, é possível elencar a preferência percebida em cada empresa, o que ensejou a criação de outro quadro, a fim de destacar a informação relevante da tabela 2.

Quadro 6 – Tipo de fornecimento de maior representatividade por empresa.

	Tipo de fornecimento de maior representatividade ("Sem informação" não incluso)	Tipo de fornecimento de maior representatividade ("Sem informação" incluso)
AIRBUS	Terceirizado	Terceirizado
VOLOCOPTER	Próprio	Sem informação
VERTICAL	Terceirizado	Terceirizado
ARCHER	Terceirizado	Terceirizado
LILIUM	Terceirizado	Terceirizado
EVE	Próprio e Terceirizado (empate)	Próprio e Terceirizado (empate)
BELL	Próprio e Terceirizado (empate)	Próprio e Terceirizado (empate)
AUTOFLIGHT	Próprio	Sem informação
EHANG 亿航	Terceirizado	Terceirizado
BETA	Próprio	Próprio
Joby	Próprio e Terceirizado (empate)	Sem informação
wish	-	Sem informação

Fonte: O Autor.

Por meio do quadro 6 conclui-se que o tipo de fornecimento terceirizado foi a moda das duas categorias de “Tipo de fornecimento de maior representatividade”, incluindo-se os casos de empate, representando 67% da categoria sem a inclusão da classificação “Sem informação” e 58% da categoria incluindo a classificação “Sem informação”.

6.2 ANÁLISE POR SUBSISTEMA

A partir do quadro 5, é possível realizar a análise por subsistema (eixo vertical) para levantar hipóteses quanto às motivações por trás das escolhas de fornecimento, justificando a construção da tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Frequência de tipo de fornecimento por subsistema.

	Próprio	Terceirizado	Misto	Sem informação
Bateria	-	67%	-	33%
Motor	8%	66%	-	26%
Fuselagem	17%	25%	-	58%
Montagem	83%	-	-	17%

Fonte: O Autor.

Constata-se, desconsiderando a classificação “Sem informação”, que a terceirização foi predominante nos subsistemas de bateria, motor e fuselagem, enquanto o fornecimento próprio, ou interno, obteve a maior representatividade no subsistema de montagem.

6.2.1 Análises a partir das teorias de contabilidade de custos, custo de transação e visão baseada em recursos

Como observação prévia à análise, vale destacar que a visão da contabilidade de custos poderá ser tão acurada quanto for a disponibilidade de informações quantitativas para realizar o cálculo da Margem de Contribuição. Esta análise exigiria uma extensa pesquisa sobre cada subsistema para estimar o custo de produção ou de desenvolvimento e manutenção. Portanto a abordagem da teoria foi executada a partir de uma aproximação genérica de custo nos casos em que a margem de contribuição fica qualitativamente evidente.

Além disso, as teorias trazidas na seção de referência bibliográfica foram abordadas oportunamente durante a discussão dos subsistemas, uma vez que nem todas as teorias poderiam ser plenamente abordadas.

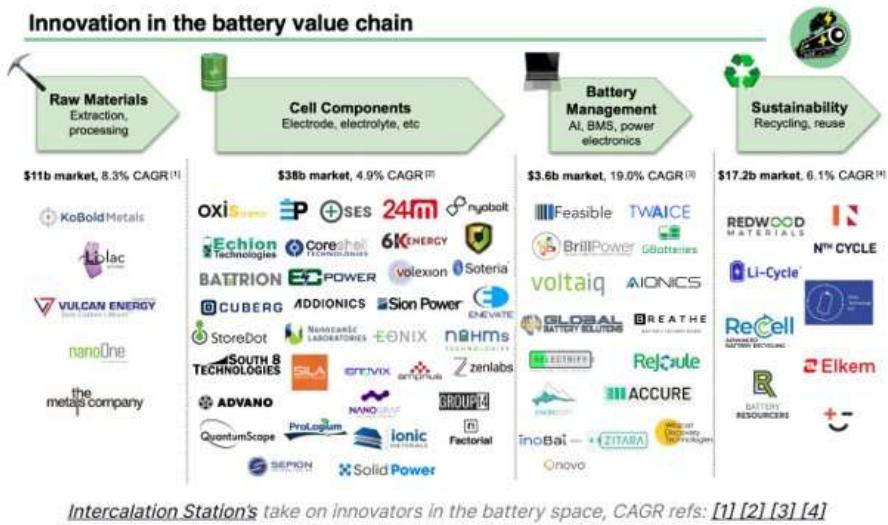
6.2.1.1 Baterias

Iniciando com a análise do subsistema da bateria, é possível constatar que uma vez que todas as empresas, exceto as classificadas como “Sem informação”, optaram pelo fornecimento terceirizado, então, estas estão adotando um arranjo institucional de mercado no âmbito de produção das células de bateria.

Este arranjo transparece uma conformidade por parte das empresas com as incertezas acerca dos contratos relativos ao fornecimento das células, além de refletir uma especificidade baixa o suficiente para que não se houvesse a preocupação na internalização deste subsistema.

A baixa especificidade pode ser aferida pela capilarização da indústria de baterias, causada pela alta complexidade e pelo grande número de etapas para se fabricar uma bateria, desde a mineração até a sua reciclagem, onde existe uma clara divisão de tarefas para se chegar ao produto final. A figura abaixo auxilia no entendimento deste argumento (CASTRO et al., 2013, v. 37, p. 443-496).

Figura 13 - Exemplificação da divisão de tarefas no setor de baterias.



Fonte: (KIM ZOU; SIGHTLINE CLIMATE, 2021).

Em contrapartida, no decorrer da seção de resultados, a empresa Eve optou pela aquisição do conjunto de baterias, representando uma exceção na escolha de fornecimento observada. Contrapondo esta diferença, é possível argumentar que apesar da escolha de arranjo institucional de mercado para aquisição das células de bateria, a regra foi oposta no que tange o conjunto de baterias.

Portanto, analisando a especificidade do ativo, é possível que o conjunto de baterias tenha maior especificidade para a fabricante do que as células de bateria. Pode-se levantar as hipóteses de que um conjunto de bateria adquirido no mercado traria maior rigidez para o projeto da aeronave, que teria que se adaptar para receber o componente, bem como poderia ocasionar limitações de desempenho, ao impedir ou dificultar a integração de componentes de segurança, isolamento ou resfriamento do conjunto (CASTRO et al., 2013, v. 37, p. 443-496).

Utilizando a visão baseada em recursos é possível classificar o subsistema da bateria e, assim, aproximar um critério de decisão das empresas para a preferência pelo fornecimento terceirizado das células. Assim, segundo a classificação de recursos da visão baseada em recursos, a célula de bateria poderia ser analisada:

- Valor: o recurso em questão pode ser considerado valioso, uma vez que dependendo, por exemplo, do conjunto de materiais que é utilizado nos seus componentes ele pode impactar drasticamente os custos e a eficiência da célula. (CASTRO et al., 2013, v. 37, p. 455-463)

- Raridade: assumindo que a qualidade das células seria muito parecida entre os fornecedores, seria possível afirmar que este recurso não seria raro, uma vez que existem

diversas empresas especializadas que vendem esse produto no mercado, onde qualquer fabricante de *eVTOL* pode acessar (KIM ZOU; SIGHTLINE CLIMATE, 2021).

- Inimitabilidade: pelos mesmos motivos elencados no tópico de raridade, ou seja, o fato de as fabricantes adquirirem as células no mercado torna o recurso altamente imitável.
- Substitutibilidade: é um componente insubstituível para o funcionamento do.

A partir da classificação pela visão baseada em recursos, é possível compreender que a escolha majoritária pelo tipo de fornecimento terceirizado está alinhada com o que foi analisado nesta seção.

Assim, a partir da análise acima seria possível constatar que a bateria é um recurso não estratégico para as fabricantes de veículos *eVTOL*, entretanto, é possível que as classificações acima variem entre as empresas. Por exemplo, a Airbus desenvolveu uma bateria própria para o veículo EcoPulse, operado conjuntamente com as parceiras Daher e Safran, o que pode permitir que ela crie avanços na tecnologia da bateria que a tornem raras, inimitáveis e insubstituíveis (AIRBUS, 2022).

Ademais, segundo uma visão baseada na contabilidade de custos, seria completamente inviável produzir as células de bateria internamente apenas para suprir a produção das próprias aeronaves, uma vez que o custo fixo para manter outra operação e o custo variável da célula iriam corroer a Margem de Contribuição do produto. Um caso onde esse fornecimento interno seria factível é aquele em que a fabricante possui uma subsidiária, anteriormente, que vende células de bateria para o mercado e, assim, poderia adquiri-las por um preço mais baixo.

Portanto é notável que a contabilidade de custos é uma ferramenta poderosa para a tomada de decisão de adquirir externamente um produto que já é fabricado internamente, entretanto a aplicação dela fica mais complexa na concepção de uma fábrica visto que, nesse caso, outros fatores podem ser mais impactantes na sustentabilidade da operação, como o tempo para o produto chegar ao mercado e a capacidade de investimento da empresa.

6.2.1.2 Motor

Quanto ao motor, neste subsistema a regra foi o fornecimento terceirizado, o que caracteriza um arranjo institucional de mercado para a produção deste componente. Este arranjo reflete que o motor elétrico dos veículos *eVTOL* não possuem especificidade suficiente para que as empresas optem pela sua internalização. Visto isso, é possível especular

que a internalização destes ativos não traria grandes mudanças no seu custo de transação e, também, nas vantagens competitivas da fabricante.

Partindo para uma análise baseada em recursos, é possível a reutilização da classificação em valor, raridade, inimitabilidade e substitutibilidade, sendo assim:

- Valor: o motor é um ativo valioso para garantir a conversão eficiente da energia elétrica em energia cinética, além de representar um subsistema que possui redundância na maioria das aeronaves contempladas neste trabalho, ou seja, é um subsistema que impacta diretamente o desempenho e segurança da aeronave.

- Raridade: o motor não é um ativo raro, visto que é um requisito básico para a aeronave.

- Inimitabilidade: o recurso em questão é facilmente imitável visto que sua aquisição é feita no mercado.

- Substitutibilidade: este ativo não é facilmente substituível devido ao possível condicionamento do projeto ao motor comprado.

Consolidando as análises acima, é possível que estes fatores tenham motivado a aquisição externa do motor uma vez que as duas teorias apontam nesta direção.

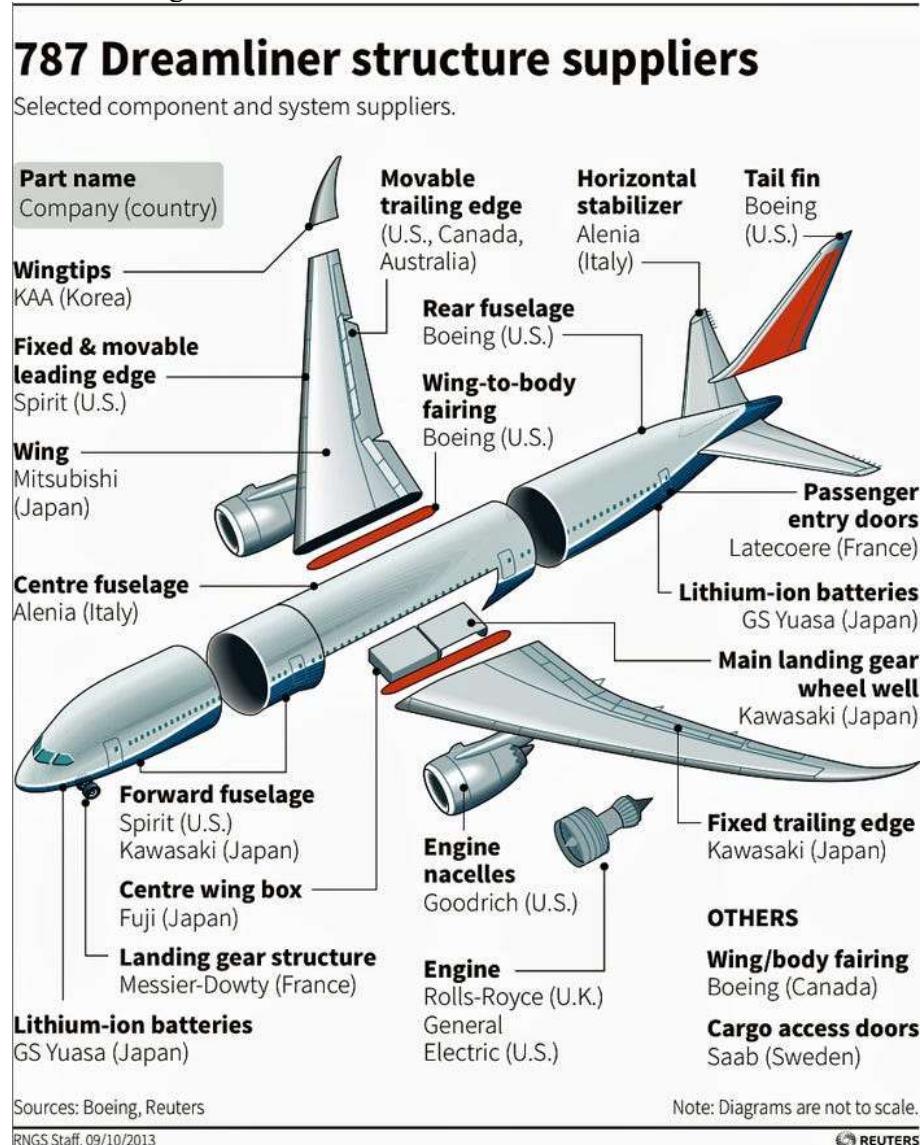
6.2.1.3 Fuselagem

O subsistema de fuselagem apresentou um resultado equilibrado em comparação com os outros subsistemas, além disso, 58% das interseções deste subsistema foram classificadas como “Sem informação”, o que se traduz numa maior incerteza na análise desta subseção.

Entretanto, a representatividade dentro do espaço amostral analisado foi maior em comparação com os subsistemas de bateria e motor. Este dado pode indicar uma divergência estratégica entre as fabricantes, é possível que aquelas que decidiram produzir a sua fuselagem internamente vislumbrem uma maior especificidade neste ativo, algo que é uma constante no setor aeronáutico para algumas partes desse componente.

A figura abaixo demonstra essa tendência, onde a fabricante, ou montadora, Boeing produz a fuselagem traseira, a deriva e o leme de direção da sua aeronave 787 Dreamline e adquire externamente o “charuto” e a asa do avião.

Figura 14 - Fornecedores da aeronave 787 Dreamliner.



Fonte: (BUSINESS INSIDER, 2018).

6.2.1.4 Montagem

Todas as fabricantes, exceto as classificadas como “Sem informação”, optaram pela montagem interna, refletindo a alta especificidade e intolerância às incertezas das transações neste subsistema.

As características da montagem, como este processo de agregação de diferentes componentes formando um produto harmônico e funcional, permitem o lançamento da hipótese de que a empresa prefira montar o seu produto internamente para garantir a efetivação de parâmetros de qualidade e de testes apropriados para garantir os requisitos de segurança e usabilidade do produto.

6.2.2 Comparação com o setor de aviões comerciais

A comparação da organização industrial do setor de veículos *eVTOL* percebida neste trabalho com os setores de aviões comerciais e de automóveis permite uma localização desta configuração em relação às práticas do setor de veículos. A produção de aeronaves comerciais é extremamente capilarizada, dividindo-se entre diversos subsistemas, abrangendo as turbinas, fuselagem, aviônica, manutenção, infraestrutura, entre outros.

A figura 14 mostra os fornecedores da aeronave comercial 787 Dreamliner da fabricante Boeing, é perceptível que existe uma grande presença da aquisição dos componentes das aeronaves no mercado, em detrimento do fornecimento interno, inclusive entre partes importantes como as turbinas e partes das asas.

Nota-se que o fornecedor da turbina do 787 Dreamline é a Rolls Royce, fornecedor esse que também providenciará os motores dos veículos *eVTOL* da Vertical e da Beta. Segundo a matéria da Business Insider (BUSINESS INSIDER, 2018, tradução nossa)¹:

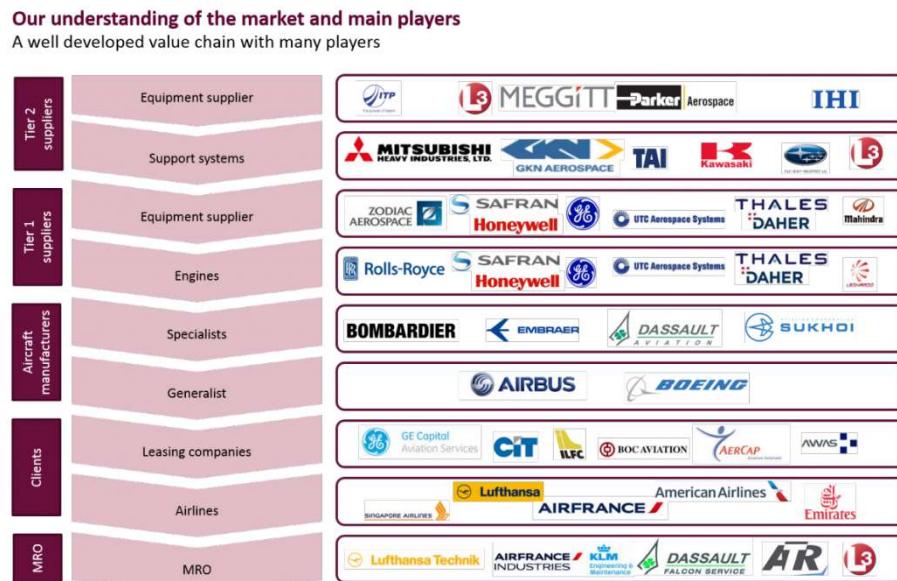
“A Boeing é uma das últimas grandes fabricantes americanas. E embora os aviões sejam montados nos EUA, a maior parte de suas peças vem do exterior.”

Assumindo que a Boeing adota as tendências de mercado na fabricação de suas aeronaves comerciais e extrapolando esta configuração para todo o setor, é possível argumentar que a configuração do setor de aeronaves comerciais se aproxima da percebida na indústria de veículos *eVTOL*, onde, em última instância, a fabricante é uma montadora do veículo, prezando por garantir a adesão da aeronave ao projeto homologado, os parâmetros de qualidade e a sua entrega ao mercado.

Para auxiliar na argumentação, a figura 15 revela uma consolidação dos principais agentes econômicos presentes na manufatura de uma aeronave, organizadas por etapas da cadeia de valor dessa produção.

¹ “Boeing is one of the last great American manufacturing companies. And while the planes are assembled in the U.S., most of their parts come from overseas.” (BUSINESS INSIDER, 2018).

Figura 15 - Cadeia de valor do setor de aeronaves e seus respectivos agentes principais.



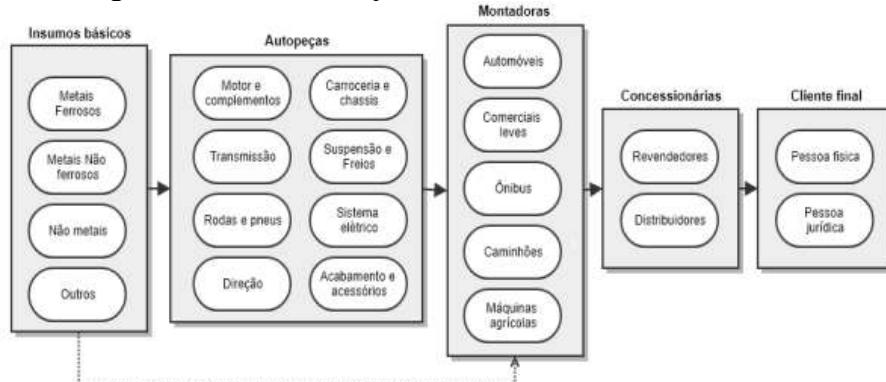
Fonte: (SIA PARTNERS, 2018).

Observa-se a interseção de alguns fornecedores da figura 15 com aqueles relatados na pesquisa deste trabalho, como a Honeywell, Daher, Safran e Rolls Royce. Portanto, além da configuração industrial semelhante, as fabricantes de veículos *eVTOL* estão realizando contratos com os fornecedores típicos do setor aéreo comercial, o que demonstra uma convergência das estratégias de manufatura dos dois setores.

6.2.3 Comparação com o setor de automóveis

O setor de automóveis possui uma organização industrial muito semelhante às indústrias de aviões comerciais e de veículos *eVTOL*. A figura 16 foi extraída de uma pesquisa de mercado divulgada no XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGET), que mostra a cadeia de suprimentos de um automóvel movido a combustível fóssil (OECKSLER et al., 2019).

Figura 16 - Cadeia de suprimentos de um automóvel.



Fonte: (OECKSLER et al., 2019, p. 4).

Portanto, a figura acima valida a hipótese de que as indústrias de automóveis e aeronaves comerciais se assemelham, no âmbito da organização industrial, ao setor de veículos *eVTOL*, onde as empresas que entregam o veículo pronto para uso são montadoras, que centralizam diversos componentes e os transformam no veículo acabado.

Ademais, o mesmo artigo traz a figura 17 com os principais fornecedores de autopeças do mundo separado por subsistema do carro, onde se nota que existe uma indústria para fornecer diversos componentes do carro, desde os mais básicos até os mais vitais, como o motor.

Figura 17 - Principais fornecedores globais de autopeças por subsistema.



Fonte: (OECKSLER et al., 2019, p. 5).

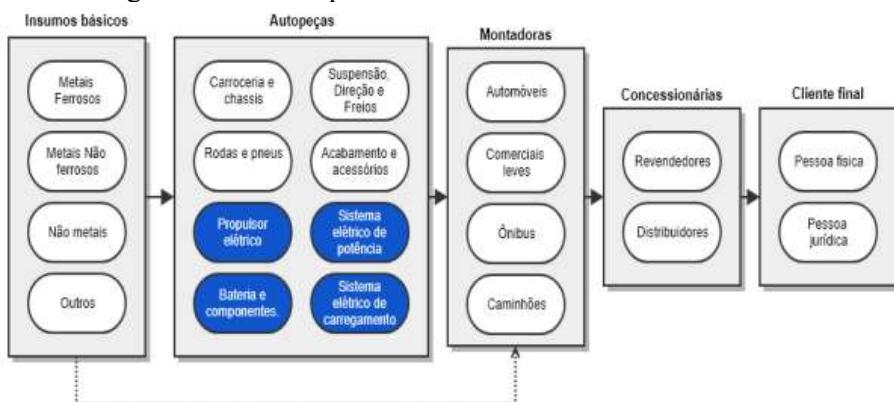
A existência de fornecedores de motores automotivos, por exemplo, por si só não torna possível afirmar que as montadoras deste setor optam pelo fornecimento terceirizado deste componente, como é o caso da indústria de veículos *eVTOL*. Entretanto, as figuras acima demonstram que, assim como no setor de aeronaves comerciais, o produto final, o automóvel, é constituído de diversos componentes adquiridos no mercado, e não produzido internamente.

Este fato origina o questionamento quanto à importância que as montadoras atribuem ao processo de montagem em comparação com a relevância de fabricar internamente as peças. É possível conceber que os custos de transação sejam maiores, para a montadora, quando se

decide produzir componentes específicos dos veículos internamente. Este custo de transação poderia ter relação, por exemplo, com a necessidade de uma alta frequência de aquisições destes componentes, o que deixaria a operação indevidamente complexa e, por conseguinte, de difícil gerenciamento.

O artigo de Oecksler et al. (2019) ainda traz uma figura da cadeia produtiva de um carro elétrico, mostrando que a fabricação dos componentes que diferenciam o automóvel a combustão do elétrico fica de fora da competência das montadoras.

Figura 18 - Cadeia produtiva de um carro elétrico.



Fonte: (OECKSLER et al., 2019, p. 12).

Consolidando, as três organizações industriais tratadas anteriormente, incluída a de veículos *eVTOL*, se mostram muito semelhantes e validam os resultados obtidos nesta pesquisa de maneira preliminar, uma vez que atribuem maior legitimidade a eles.

7 CONCLUSÕES

Este trabalho realizou uma pesquisa ampla com priorização por fontes primárias, garantindo a veracidade das informações relatadas. É importante salientar que o escopo do trabalho impede uma abordagem mais profunda a fim de aumentar o percentual de informações captadas e aprofundar a investigação acerca das motivações para as escolhas de fornecimento feitas pelas fabricantes.

A análise dos resultados permitiu concluir que a terceirização foi o tipo de fornecimento predominante para os subsistemas de bateria e motor. Houve um equilíbrio entre o fornecimento próprio e terceirizado no subsistema de fuselagem e, por fim, a escolha de fornecimento próprio foi total para o serviço de montagem.

Esta configuração se mostrou muito semelhante com a das montadoras de automóveis e de aviões comerciais, onde elas focam na montagem dos veículos e adquirem a maioria das peças no mercado.

Também, as teorias abordadas para a discussão dos resultados se mostraram, no geral, compatíveis com as escolhas das fabricantes, evidenciando um planejamento estratégico que vai ao encontro de teorias comumente aplicadas na administração gerencial e estratégica das empresas do século XXI.

Para trabalhos futuros, seria proveitoso que a comparação entre os setores de automóveis e aeronaves comerciais fossem aprofundadas, para evidenciar a divergência entre eles de forma mais localizada. Para além disso, uma pesquisa com um aumento de escopo poderia trazer informações mais detalhadas sobre a verdadeira distribuição de tipo de fornecimento destas aeronaves, abrangendo desde os consumíveis utilizados, passando pelos componentes essenciais da aeronave até o fornecimento de serviços de manutenção e infraestrutura, os vertiportos.

REFERÊNCIAS

AIRBUS. Airbus partners with Amprius, leader in high energy density battery technology. [S. l.], 31 out. 2019. Disponível em: <https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2019-10-airbus-partners-with-amprius-leader-in-high-energy-density-battery#:~:text=Airbus%20partners%20with%20Amprius%2C%20leader,energy%20density%20battery%20technology%20%7C%20Airbus>. Acesso em: 17 maio 2023.

AIRBUS. Airbus partners with MAGicALL to develop the electric motors of CityAirbus NextGen. [S. l.], 10 maio 2022. Disponível em: [https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2022-05-airbus-partners-with-magicall-to-develop-the-electric-motors-of#:~:text=Helicopters-,Airbus%20partners%20with%20MAGICALL%20to%20develop%20the%20electric%20motors%20of,\(eVTOL\)%20aircraft%20CityAirbus%20NextGen](https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2022-05-airbus-partners-with-magicall-to-develop-the-electric-motors-of#:~:text=Helicopters-,Airbus%20partners%20with%20MAGICALL%20to%20develop%20the%20electric%20motors%20of,(eVTOL)%20aircraft%20CityAirbus%20NextGen). Acesso em: 13 jul. 2023.

AIRBUS. Airbus partners with Spirit AeroSystems to develop the wings of CityAirbus NextGen. [S. l.], 9 mar. 2022. Disponível em: <https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2022-03-airbus-partners-with-spirit-aerosystems-to-develop-the-wings-of>. Acesso em: 9 set. 2023.

AIRBUS. Airbus selects KLK Motorsport and Modell- und Formenbau Blasius Gerg GmbH to develop rear structure of CityAirbus NextGen. [S. l.], 22 jun. 2022. Disponível em: <https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2022-06-airbus-selects-klk-motorsport-and-modell-und-formenbau-blasius-gerg>. Acesso em: 9 set. 2023.

AIRBUS. Airbus' high-voltage battery technology prepares for EcoPulse flight test and beyond. 9 mar. 2022. Disponível em: <https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2022-03-airbus-high-voltage-battery-technology-prepares-for-ecopulse-flight-test>. Acesso em: 5 abr. 2023.

Alegre: Artmed, 2014. 1328 p. 37, 38

ARCHER. Investor Overview. [S. l.], 2022. p. 17-23. Disponível em: <https://investors.archer.com/events-and-presentations/default.aspx>. Acesso em: 19 out. 2023.

ARCHER. Investor Overview. [S. l.], 2023. p. 14-15. Disponível em: <https://investors.archer.com/events-and-presentations/default.aspx>. Acesso em: 19 out. 2023.

ARCHER. Investor Overview. [S. l.], 2023. p. 15. Disponível em: <https://investors.archer.com/events-and-presentations/default.aspx>. Acesso em: 1 nov. 2023.

ARCHER. Investor Presentation. [S. l.], 2022. p. 10. Disponível em: <https://investors.archer.com/events-and-presentations/default.aspx>. Acesso em: 10 ago. 2023.

AUTOFLIGHT. FAQ. [S. l.], 202-?. Disponível em: <https://autoflight.com/en/faq/>. Acesso em: 1 out. 2023.

AVIATION WEEK. Bell eVTOL goes All-Electric. [S. l.], 6 jan. 2020. Disponível em: <https://aviationweek.com/aerospace/bell-evtol-goes-all-electric>. Acesso em: 8 set. 2023.

BELL. Bell and Electric Power Systems Sign Teaming Agreement for On-Demand Mobility Energy Storage Systems. [S. l.], 5 nov. 2018. Disponível em:

<https://news.bellflight.com/en-US/169538-bell-and-electric-power-systems-sign-teaming-agreement-for-on-demand-mobility-energy-storage-systems>. Acesso em: 22 jun. 2023.

BELL. Bell Unveils New Manufacturing Technology Center. [S. l.], 10 ago. 2020. Disponível em: <https://news.bellflight.com/en-US/190850-bell-unveils-new-manufacturing-technology-center>. Acesso em: 1 out. 2023.

BELL. Future Factories: The Future Vertical Lift Solution. [S. l.], 202-?. Disponível em: <https://www.bellflight.com/experience/future-vertical-lift/manufacturing>. Acesso em: 10 set. 2023.

BETA. The BETA Timeline: An idea, a simple watercolor, and a passion for our planet brought BETA to fruition. Today, a pragmatic team is set on transforming aviation. [S. l.], 202-?. Disponível em: <https://www.beta.team/timeline>. Acesso em: 30 set. 2023.

BUSINESS INSIDER. Boeing's 787 Dreamliner Is Made Of Parts From All Over The World. [S. l.], 3 maio 2018. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/boeing-787-dreamliner-structure-suppliers-2013-10>. Acesso em: 14 out. 2023.

CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de et al. Baterias automotivas: panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o mercado global. In: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (Brasil). BNDES. **BNDES Setorial**. Biblioteca Digital: [s. n.], 2013. v. 37, p. 443-496. Disponível em: <https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1317>. Acesso em: 12 jul. 2023.

COMPANY, T. Business Research: EVTOL Aircraft Global Market Report. [S.I.], 2023. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/airlines-investing-in-evtol-aircraft-united-american-2022-8>. Acesso em: 03 de Março de 2023.

E-HANG. Financial Information. [S. l.], 2022. p. 37. Disponível em: <https://ir.ehang.com/financial-information/annual-reports>. Acesso em: 20 out. 2023.

E-HANG. Financial Information. [S. l.], 2022. p. 82. Disponível em: <https://ir.ehang.com/financial-information/annual-reports>. Acesso em: 30 set. 2023.

EVE. Eve Institutional Presentation. [S. l.], 2023. p. 12. Disponível em: <https://ir.eveairmobility.com/company-information/presentations>. Acesso em: 29 set. 2023.

EVE. Eve Institutional Presentation. [S. l.], 2023. p. 7-11. Disponível em: <https://ir.eveairmobility.com/company-information/presentations>. Acesso em: 30 out. 2023.

EVE. Institutional Presentation. [S. l.], 2023. p. 10. Disponível em: <https://ir.eveairmobility.com/company-information/presentations>. Acesso em: 27 out. 2023.

EVE. Institutional Presentation. [S. l.], 2023. p. 10. Disponível em: <https://ir.eveairmobility.com/company-information/presentations>. Acesso em: 23 out. 2023.

FAGUNDES, J. Economia Institucional: Custos de Transação e Impactos sobre Política de Defesa da Concorrência. Textos para Discussão, Rio de Janeiro, n. 407, 1997. Disponível em:

http://www.ie.ufrj.br/grc/pdfs/custos_de_transacao_e_impactos_sobre_politica_de_defesa_da_concorrencia.pdf. Acesso em: 2 out. 2015.

HONEYWELL. **Honeywell | DENSO Electric Aircraft Motors**. [S. l.], 202-?. Disponível em: <https://aerospace.honeywell.com/us/en/products-and-services/product/hardware-and-systems/electric-power/hon-denso-electric-aircraft-motor>. Acesso em: 21 jul. 2023.

JOBY. **Joby and Toyota Expand Partnership with Long-Term Supply Agreement for Key Powertrain and Actuation Components**. [S. l.], 27 abr. 2023. Disponível em: <https://ir.jobyaviation.com/news-events/press-releases/detail/61/joby-and-toyota-expand-partnership-with-long-term-supply>. Acesso em: 9 set. 2023.

JOBY. **Joby Selects Dayton, Ohio, Birthplace of Aviation, For First Scaled Manufacturing Facility**. [S. l.], 18 set. 2023. Disponível em: <https://www.jobyaviation.com/news/joby-selects-dayton-ohio-first-scaled-manufacturing-facility/>. Acesso em: 30 set. 2023.

JOBY. **Joby Selects Dayton, Ohio, Birthplace of Aviation, For First Scaled Manufacturing Facility**. [S. l.], 18 set. 2023. Disponível em: <https://www.jobyaviation.com/news/joby-selects-dayton-ohio-first-scaled-manufacturing-facility/>. Acesso em: 30 set. 2023.

KIM ZOU, Sophie Purdom; SIGHTLINE CLIMATE. Ctvc. **Staying current with the battery value chain: The plug on battery innovation with guest column from Intercalation Station**. [S. l.], 21 maio 2021. Disponível em: <https://www.ctvc.co/staying-current-with-the-battery-value-chain/>. Acesso em: 8 nov. 2023.

LILIUM. **Investor Presentation**. [S. l.], 2023. p. 22. Disponível em: https://investors.lilium.com/Lilium_Company_Presentation_August_2023. Acesso em: 1 nov. 2023.

LILIUM. **Investor Presentation**. [S. l.], 2023. p. 22. Disponível em: <https://investors.lilium.com/>. Acesso em: 26 out. 2023.

LILIUM. **Lilium partners with Honeywell and DENSO to co-develop and manufacture electric motor for Lilium Jet**. [S. l.], 23 maio 2022. Disponível em: <https://lilium.com/newsroom-detail/lilium-partners-honeywell-denso>. Acesso em: 4 ago. 2023.

LILIUM. **Q2 Shareholder Letter**. [S. l.], 2023. p. 11. Disponível em: <https://investors.lilium.com/>. Acesso em: 23 set. 2023.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de Custos: O Uso da Contabilidade de Custos como Instrumento Gerencial de Planejamento e Controle**. 9º Edição. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2003. p. 261 à 265.

OECKSLER, Cristian Fernando et al. **PANORAMA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DOS CARROS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS NO BRASIL**. XXXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, [s. l.], 15 out. 2019. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_291_1640_37468.pdf. Acesso em: 25 set. 2023.

PONDÉ, J. L. **Coordenação, custos de transação e inovações institucionais.** Texto para Discussão, IE/UNICAMP, Campinas, n. 38, 1994.

PRÉVOT, Frédéric; MACHADO, João Armando Dessimon; CARVALHO, Daniela Moreira de. O uso da teoria da visão baseada em recursos em propriedades rurais: uma revisão sistemática da literatura. **Revista de Administração**, São Paulo, ano 2014, v. 49, ed. 3, p. 506-518, 1 set. 2014.

ROLLS ROYCE. **Rolls-Royce to provide propulsion system for Bell V-280 Valor in U.S. Army FLRAA competition.** [S. l.], 21 jul. 2020. Disponível em: <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2020/21-07-2020-rr-to-provide-propulsion-system-for-bell-v-280-valor-in-us-army-flraa-competition.aspx>. Acesso em: 8 set. 2023.

SARTO, Victor Hugo Rocha; ALMEIDA, Luciana Togeiro De. **A TEORIA DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO: UMA ANÁLISE A PARTIR DAS CRÍTICAS EVOLUCIONISTAS.** 2015. 25 p. Artigo Acadêmico (Economia) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2015.

SIA PARTNERS. **Aircraft manufacturers must reposition themselves in a rapidly changing aviation market.** [S. l.], 3 maio 2018. Disponível em: <https://www.sia-partners.com/en/insights/publications/aerospace-manufacturers-facing-supplier-competition>. Acesso em: 14 out. 2023.

STELLANTIS. **Electric Motors Production Ramp Up to Reach More Than 1 Million in France by 2024.** [S. l.], 19 dez. 2022. Disponível em: <https://www.stellantis.com/en/news/press-releases/2022/december/electric-motors-production-ramp-up-to-reach-more-than-1-million-in-france-by-2024>. Acesso em: 13 jul. 2023.

UBEDA, Cristina Lourenço. **A formulação estratégica sob a perspectiva da visão baseada em recursos.** 2006. 9 p. Artigo Acadêmico (Doutora em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Bauru, 2006.

VERTICAL FLIGHT SOCIETY. **Bell Nexus 6HX.** [S. l.], entre 2017 e 2020. Disponível em: <https://evtol.news/bell-air-taxi>. Acesso em: 8 set. 2023.

VERTICAL FLIGHT SOCIETY. **Beta Technologies ALIA-250.** [S. l.], entre 2019 e 2023. Disponível em: <https://evtol.news/beta-technologies-alia/>. Acesso em: 6 jul. 2023.

VERTICAL FLIGHT SOCIETY. **Beta Technologies ALIA-250.** [S. l.], entre 2019 e 2023. Disponível em: <https://evtol.news/beta-technologies-alia>. Acesso em: 9 set. 2023.

VERTICAL FLIGHT SOCIETY. **eVTOL Timeline.** 2023. Disponível em: <https://evtol.news/resources/evtol-timeline>. Acesso em: 25 de Março de 2023.

VERTICAL. **Company Overview.** [S. l.], 2023. p. 10. Disponível em: <https://investor.vertical-aerospace.com/overview/default.aspx>. Acesso em: 31 out. 2023.

VERTICAL. Company Overview. [S. l.], 2023. p. 26. Disponível em:
<https://investor.vertical-aerospace.com/events-and-presentations/presentations/default.aspx>. Acesso em: 31 out. 2023.

VERTICAL. Company Overview. [S. l.], 2023. p. 26. Disponível em:
<https://investor.vertical-aerospace.com/events-and-presentations/presentations/default.aspx>. Acesso em: 26 set. 2023.

VERTICAL. Company Overview. [S. l.], 2023. p. 26. Disponível em:
<https://investor.vertical-aerospace.com/overview/default.aspx>. Acesso em: 25 out. 2023.

VOLOCOPTER. Volocopter Completes Production Setup for Electric Air Taxis. [S. l.], 5 abr. 2023. Disponível em: <https://www.volocopter.com/en/newsroom/volocopter-completes-production-setup>. Acesso em: 10 set. 2023.

WHITTINGTON, Jan; DOWALL, David. **Transaction-Cost Economic Analysis of Institutional Change toward Design-Build Contracts for Public Transportation.** 2006. 47 p. Artigo Acadêmico (Instituto de Desenvolvimento Urbano e Regional) - Universidade da Califórnia, Califórnia, 2006.

WILLIAMSON, O. E. **The Economic Institutions of Capitalism:** firms, markets and relational contracting. New York: The Free Press, 1985.

WILLIAMSON, O. E. **The Modern Corporation:** Origins, Evolution, Attributes. Journal of Economic Literature, California, v. 19, n. 4, p. 1537- 1568, dez. 1981.

WILLIAMSON, O. E.;OUCHI , W. A Rejoinder. In: VAN DE VEN, A. H.; JOYCE, W. F. (Ed.). **Perspectives on Organization Design and Behaviour.** New York: Wiley, 1981. p.387-390.