

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Gabriel Chang

**Estudo de inteligência competitiva tecnológica de soluções para sistemas de
gerenciamento térmico de baterias de veículos elétricos**

Florianópolis

2022

Gabriel Chang

Estudo de inteligência competitiva tecnológica de soluções para sistemas de gerenciamento térmico de baterias de veículos elétricos

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Cristiano Binder, Dr.

Coorientador: Guilherme Mônico, Me.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Chang, Gabriel

Estudo de inteligência competitiva tecnológica de soluções para sistemas de gerenciamento térmico de baterias de veículos elétricos / Gabriel Chang ; orientador, Cristiano Binder, coorientador, Guilherme Mônico, 2022.

73 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Elétrica, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia Elétrica. 2. Inteligência tecnológica competitiva. 3. Veículos Elétricos. 4. Gerenciamento térmico de baterias. I. Binder, Cristiano. II. Mônico, Guilherme. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Elétrica. IV. Título.

Gabriel Chang

Título: Estudo de inteligência competitiva tecnológica de soluções para sistemas de gerenciamento térmico de baterias de veículos elétricos

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Elétrica” e aceito, em sua forma final, pelo Curso de Graduação em Engenharia Elétrica.

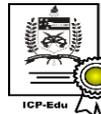
Florianópolis, 14 de Abril de 2022.



Documento assinado digitalmente
Jean Vianeite Leite
Data: 15/04/2022 11:17:50-0300
CPF: 003.474.909-80
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Jean Vianeite Leite, Dr.
Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Cristiano Binder
Data: 14/04/2022 17:48:34-0300
CPF: 026.079.129-62
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Cristiano Binder, Dr.
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Guilherme Monego
Data: 14/04/2022 15:52:39-0300
CPF: 082.667.219-12
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Eng. de Mat. Guilherme Monego, Me.
Coorientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
DENIZAR CRUZ MARTINS
Data: 14/04/2022 17:10:40-0300
CPF: 224.016.609-68
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Denizar Cruz Martins, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Sewin Ken Yti Horita de Lima
Data: 14/04/2022 15:54:09-0300
CPF: 055.448.449-84
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Eng. de Mat. Sewin Ken Yti Horita de Lima, Me.
Universidade Federal de Santa Catarina

GUSTAVO ADOLFO
RODRIGUES
PAZ:07832812931

Assinado de forma digital por
GUSTAVO ADOLFO RODRIGUES
PAZ:07832812931
Dados: 2022.04.14 15:51:46 -03'00'

Eng. de Mat. Gustavo Adolfo Rodrigues Paz, Dr.
Grund Consulting Limitada

Este trabalho é dedicado aos meus pais, irmãos, amigos, colegas de classe e de trabalho.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pelas oportunidade que tive; aos meus pais, que sempre me apoiaram e incentivaram em minhas escolhas; minhas irmãs, que ajudaram e cuidam de nossa família em minha ausência durante a graduação; meus amigos dentro e fora da graduação, que sempre estiveram junto comigo, compartilhando tanto dos momentos de alegria quanto daqueles de tristeza; meus professores, por não medirem esforços para transmitir seus conhecimentos a mim aos demais colegas de classe; meus colegas de classe, por possibilitarem o ambiente agradável de aprendizado durante a graduação; fim meus colegas de trabalho, do LabMat, GGI e Grund, por me darem as oportunidades nunca negaram apoio mesmo extra curriculares; e por fim ao meu orientador prof. Cristiano Binder e meu coorientador Guilherme Mônico, pelo auxílio e suporte durante a execução de meu TCC.

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo de caso, construindo um mapeamento tecnológico sobre as soluções para sistemas de gerenciamento térmico de baterias de veículos elétricos. O estudo introduz e aplica a metodologia de análise de inteligência competitiva construída pelo Grupo de Gestão da Informação. A partir de diferentes tipos de fontes de informação, tais como artigos científicos, patentes e informações de mercado, apresenta-se como objetivo encontrar novas possibilidades, tendências e exemplos de soluções inovativas para dar apoio à pesquisa e desenvolvimento dentro desta área. As principais tendências, linhas de desenvolvimento tecnológico, tecnologias existentes e tecnologias sendo utilizadas do tema são sumarizadas, tendo como plano de fundo os avanços das tecnologias de baterias.

Palavras-chave: Inteligência tecnológica competitiva. Veículos Elétricos. Gerenciamento térmico de baterias.

ABSTRACT

This work presents a case study, building a technological mapping regarding the solutions for electrical vehicles battery thermal management systems. The study introduces and applies the competitive intelligence analysis methodology developed by the Information Management Group. Through the use of various information sources, it is presented as an objective of this study to find new possibilities, trends and innovative solutions examples to support the research and development in this area. The main trends, technological development lines, already existing technologies and already used technologies in the subject are summarized with the advances in battery technology as background

Keywords: Competitive technology intelligence. Electrical Vehicles. Battery Thermal Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pirâmide da Inteligência.....	19
Figura 2 – Principais tipos de fontes de passivas de informação	19
Figura 3 – Principais tipos de fontes ativas de informação	19
Figura 4 – Fluxo de inteligência.....	20
Figura 5 – Processo de análise de inteligência competitiva tecnológica - GGI	21
Figura 6 – Composição de um sistema de bateria	23
Figura 7 – Comparação células de Chumbo Ácido e Li-ion como baterias de partida.....	24
Figura 8 – Capacidade de descarga (mAh) x tensão (V) de uma célula de energia NCR18650B	24
Figura 9 – Capacidade de descarga (mAh) x tensão (V) de uma célula de potência UR18650RX.....	25
Figura 10 – Características principais de células de Li-íon.....	25
Figura 11 – Seção transversal de uma célula cilíndrica de Li-ion.....	26
Figura 12 – Seção transversal de uma célula prismática	27
Figura 13 – Célula bolsa.....	27
Figura 14 – Célula bolsa inchada	27
Figura 15 – Battery pack final	28
Figura 16 – Diagrama de Venn do universo amostral das linhas de busca	29
Figura 17 – Número de publicações de patentes anuais.....	30
Figura 18 – Número de publicações de artigos científicos anuais	30
Figura 19 – Faixas de temperatura de operação de uma bateria de Li-ion.....	31
Figura 20 – Tipos de Sistemas de Gerenciamento Térmico.....	32
Figura 21 – Sistemas de Gerenciamento Térmico de Baterias.....	33
Figura 22 – SGTB Cabine de Ar	34
Figura 23 – Fluxo de ar do SGTB Cabine de Ar.....	34
Figura 24 – SGTB Ciclo secundário líquido	35
Figura 25 – Método de resfriamento por aleta	36
Figura 26 – Método de resfriamento por mini placas de arrefecimento nos canais	37
Figura 27 – SGTB Refrigeração direta com refrigerante em duas fases	37
Figura 28 – Diagrama esquemático SGTB Refrigeração direta com refrigerante	38
Figura 29 – Comportamento térmico do PCM em células de bateria	39
Figura 30 – Conceito de SGTB PCM.....	39
Figura 31 – SGTB PCM.....	39

Figura 32 – SGTB Tubulação de calor	39
Figura 33 – Tubulação de calor	39
Figura 34 – SGTB Termoelétrico	40
Figura 35 – Função do Elemento termoelétrico	41
Figura 36 – SGTB Ar passivo para resfriamento	41
Figura 37 – SGTB Ar passivo para aquecimento	42
Figura 38 – SGTB Líquido passivo	42
Figura 39 – Principais modelos de EVs e seus fornecedores da cadeia de valor	44
Figura 40 – Divisão dos tipos de resfriamento dos modelos de EVs encontrados	47
Figura 41 – Soluções encontradas em veículos elétricos	47
Figura 42 – Distribuição de patentes por categorias da cadeia de valor	48
Figura 43 – Distribuição geral de IPCs principais das patentes das nove maiores empresas patenteadoras	49
Figura 44 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da Toyota Motors	49
Figura 45 – Status Legal do portfólio de patentes da Toyota Motors	50
Figura 46 – Estrutura reivindicada pela patente JP2019110090	50
Figura 47 – Estrutura reivindicada pela patente JP2018113124	51
Figura 48 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da BYD	51
Figura 49 – Status Legal do portfólio de patentes da BYD	52
Figura 50 – Estrutura reivindicada pela patente WO2019/154083	52
Figura 51 – Estrutura reivindicada pela patente CN206210984	53
Figura 52 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da Porsche	53
Figura 53 – Status Legal do portfólio de patentes da BYD	54
Figura 54 – Estrutura reivindicada pela patente US20190173139	54
Figura 55 – Estrutura reivindicada pela patente US10131247	55
Figura 56 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da LG Chem	56
Figura 57 – Status Legal do portfólio de patentes da BYD	56
Figura 58 – Estrutura reivindicada pela patente KR10-2019-0109110	57
Figura 59 – Estrutura reivindicada pela patente US20190148681	57
Figura 60 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da Sinoev Technologies	58
Figura 61 – Status Legal do portfólio de patentes da Sinoev Technologies	58
Figura 62 – Estrutura reivindicada pela patente CN110112507	59
Figura 63 – Estrutura reivindicada pela patente CN208507896	59
Figura 64 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da Denso	60

Figura 65 – Status Legal do portfólio de patentes da Denso	60
Figura 66 – Estrutura reivindicada pela patente WO2019/087800	61
Figura 67 – Estrutura reivindicada pela patente WO2019/155683	62
Figura 68 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da Valeo.....	62
Figura 69 – Status Legal do portfólio de patentes da Valeo.....	63
Figura 70 – Estrutura reivindicada pela patente WO2019/155683	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EV Veículos Elétricos (Electrical Vehicles)

GGI Grupo de Gestão da Informação

IC Inteligência Competitiva

ICT Inteligência Competitiva Tecnológica

SGTB Sistema de Gerenciamento Térmico de Baterias

LISTA DE SÍMBOLOS



Compressor



Dispositivo de expansão



Ventilador



Ventilador



Evaporador ou Aquecedor



Válvula de 3 vias



Bomba

SUMÁRIO

1	Introdução	15
1.1	Objetivos.....	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
1.2	Estrutura do Trabalho	16
2	Revisão bibliográfica	18
2.1	Inteligência Competitiva Tecnológica.....	18
2.2	A pirâmide da inteligência.....	18
2.3	Principais tipos de fontes de informação	19
2.4	Fluxo de inteligência.....	20
2.5	Análise de inteligência competitiva tecnológica	20
2.5.1	Definição de requerimento	21
2.5.2	Compreensão e planejamento	21
2.5.3	Busca e coleta de dados	22
2.5.4	Análise e conclusão dos resultados.....	22
3	Sistemas de Baterias	23
3.1	Células de Bateria	23
3.1.1	Divisão por composição química.....	23
3.1.1.1	Célula de Chumbo Ácido.....	23
3.1.1.2	Células de Íon Lítio	24
3.1.2	Divisão por geometria.....	26
3.1.2.1	Célula cilíndrica.....	26
3.1.2.2	Célula prismática	26
3.1.2.3	Célula bolsa	27
3.2	Módulos de Bateria.....	28
3.3	Sistemas de Bateria.....	28

4	Estratégia de busca	29
5	Gerenciamento Térmico de Baterias – Artigos científicos.....	31
5.1	Sistemas de Gerenciamento Térmico	32
5.2	Sistemas de Gerenciamento Térmico de Baterias	33
5.2.1	SGTB Cabine de ar	33
5.2.2	SGTB Ciclo secundário líquido.....	35
5.2.3	SGTB Refrigeração direta com refrigerante em duas fases.....	37
5.2.4	SGTB Phase change material	38
5.2.5	SGTB Tubulação de calor	39
5.2.6	SGTB Termoelétrico	40
5.2.7	SGTB Ar passivo.....	41
5.2.8	SGTB Líquido passivo	42
6	Gerenciamento térmico de baterias – soluções comerciais.....	43
6.1	Cadeia de valor	43
6.2	Principais Métodos utilizados comercialmente	44
7	Gerenciamento térmico de baterias – publicações patentárias	48
7.1	Principais Linhas de Desenvolvimento Patenteadas.....	48
7.2	Principais montadoras patenteadoras de soluções	49
7.2.1	Toyota Motors	49
7.2.1.1	JP2019110090	50
7.2.1.2	JP2018113124	51
7.2.2	BYD.....	51
7.2.2.1	WO2019/154083.....	52
7.2.2.2	CN206210984.....	53
7.2.3	Porsche.....	53
7.2.3.1	US20190173139	54
7.2.3.2	US10131247	55
7.3	Principais empresas patenteadoras relacionadas com soluções de baterias.....	55

7.3.1	LG Chem	55
7.3.1.1	KR10-2019-0109110	56
7.3.1.2	US20190148681	57
7.3.2	Sinoev Technologies.....	57
7.3.2.1	CN110112507.....	59
7.3.2.2	CN208507896.....	59
7.4	Principais empresas patenteadoras relacionadas com componentes de SGtb	60
7.4.1	Denso	60
7.4.1.1	WO2019/087800.....	61
7.4.1.2	WO2019/155683.....	61
7.4.2	Valeo.....	62
7.4.2.1	WO2019/180385.....	63
8	Conclusões	64
	Referências	65

1 INTRODUÇÃO

O aumento da eletrificação das indústrias e setores próximos do nosso dia a dia é um fenômeno que já ocorre há algumas décadas, com a demanda pela energia elétrica crescendo com o dobro da velocidade em relação à demanda total de energia do mundo (ENERDATA, 2020). Alguns dos fatores principais deste crescimento são a troca de combustíveis usados e os novos desenvolvimentos na área de geração de energia.

Uma das principais indústrias por trás do crescimento da demanda de energia elétrica é a automotiva, com os desenvolvimentos recentes em veículos elétricos. Além de contar com veículos de duas a quatro vezes mais eficientes energeticamente comparados aos convencionais de motor de combustão interna (IEA, 2021), a indústria visa também a diminuição da dependência direta de combustíveis fósseis por razões ambientais e devido à introdução de novos regulamentos (OBERTHÜR, 2010) que determinam limites de emissões de gases de efeito estufa. Com isso, é possível observar assim crescimentos em ritmo acelerado na última década, com um aumento de 41% no número de registros de EVs (veículos elétricos) em 2020 (IEA, 2021).

Com o crescimento principalmente da indústria de EVs, a demanda por baterias para armazenamento da energia aumentou expressivamente, com projeções de que a indústria represente mais de 85% do total de demanda de energia por baterias em 2030 (STATISTA, 2021). As baterias por sua vez podem atualmente ser construídas a partir de diversos tipos de células de baterias, existindo variadas geometrias e inúmeros tipos de composição química (BUCHMANN, 2017).

Após a escolha da bateria, a busca por soluções para gerenciamento e controle de temperatura de uma bateria ou um sistema de baterias é imprescindível para que o prolongamento da sua vida útil seja atingido. Para isto existem atualmente vários tipos de sistemas de gerenciamento térmico de baterias (KIM et al., 2019), estes tipos de sistemas podem ser divididos e classificados de acordo com fatores como forma de energização e presença ou não de ciclo de compressão de refrigerante, utilizando desde simples técnicas passivas ao emprego de sistemas completos de refrigeração.

A etapa anterior se encontra em um estágio crucial, pois é a partir dela que as condições de operação do sistema de bateria serão definidas e controladas. Para dar apoio às pesquisas dentro desta área, é de vital importância o entendimento do mercado e das linhas de pesquisas já desenvolvidas anteriormente, bem como daquelas que estão sendo desenvolvidas no presente. Portanto, torna-se necessário uma busca em termos de inteligência competitiva (HERRING,

1992; ALBESCU et al., 2008; GOVOREANU et al., 2010; HUML, 2012) das tecnologias, técnicas e soluções já existentes para o gerenciamento térmico de baterias.

Para isto, é preciso que dados de diversas fontes passivas sejam coletadas, interpretadas e assim transformadas em inteligência (ARAÚJO, 2020), auxiliando a tomada de decisão em relação a pesquisa e desenvolvimento e assistindo empresas que tenham interesse de desenvolver pesquisas sobre esse assunto a diminuir os riscos de inovação, mapear oportunidades, e possibilitar que elas se concretizem de maneira mais ágil.

A metodologia primária deste trabalho será baseada no processo de análise de inteligência competitiva tecnológica aperfeiçoado pelo Grupo de Gestão da Informação (GGI), grupo que faz parte do Laboratório de Materiais (Labmat) da Universidade Federal de Santa Catarina, prestando serviços desta natureza.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho é um estudo de caso que visa fazer um mapeamento tecnológico sobre as soluções para sistemas de gerenciamento térmico de baterias de veículos elétricos. O estudo tem como objetivo encontrar novas possibilidades, tendências e exemplos de soluções inovativas para dar apoio à pesquisa e desenvolvimento dentro desta área.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Mostrar o estado da arte dos principais tipos de baterias utilizados;
- Fazer um mapeamento sobre as linhas de pesquisa que estão sendo desenvolvidas, nos ambientes da academia e também empresarial de mercado para soluções de gerenciamento térmico de bateria;
- Fazer a análise das informações adquiridas, como a busca por métodos ou produtos potencialmente disruptivos;
- Apresentar os resultados mais relevantes em termos de patentes e artigos científicos para sistemas de gerenciamento térmico de baterias.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho será dividido em sete capítulos:

- a) Primeiro: Introdução e revisão literária da inteligência competitiva tecnológica;
- b) Segundo: Introdução aos tipos e sistemas de baterias de veículos elétricos;
- c) Terceiro: Apresentação da estratégia de busca
- d) Quarto: Descrição do problema e resultados da busca por artigos científicos;
- e) Quinto: Apresentação dos resultados da busca de soluções presentes no mercado global
- f) Sexto: Apresentação dos resultados da busca de publicações patentárias
- g) Sétimo: Conclusões do trabalho

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção revisará a literatura visando explorar a análise de inteligência competitiva, buscando também correlacioná-la a aplicações no desenvolvimento de novas tecnologias

2.1 INTELIGÊNCIA COMPETITIVA TECNOLÓGICA

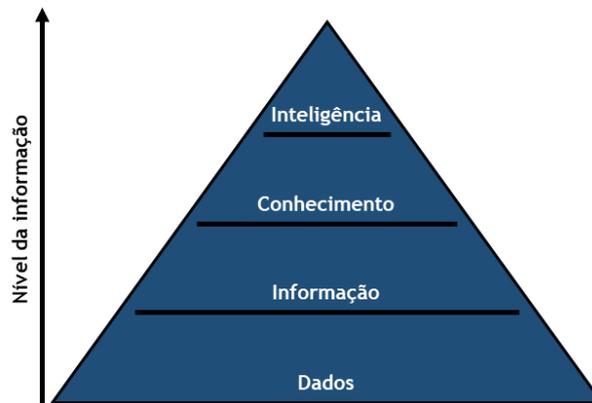
Com o aumento da facilidade de acesso à informação decorrentes dos avanços das tecnologias, um problema recorrente é o grande volume de dados que estão disponíveis, muitos dos quais acabam se tornando ruído dentro das pesquisas. Tratando principalmente de tecnologias novas, quando se visa avaliar ou acompanhar o seu andamento, caso não haja aplicação de alguma ~~uma~~ metodologia, a tarefa acaba se tornando muito difícil.

Em vista das dificuldades enfrentadas quando se deseja fazer estudos de tecnologias novas, métodos para *landscaping* tecnológico por meio de fontes passivas de informação (ARAÚJO, 2020) são uma saída. Mas, apenas a simples aquisição de dados não é suficiente, é necessário que haja uma transformação de simples informação em inteligência (HUML, 2012). Para isto, estabelece-se a inteligência competitiva (IC), que tem por objetivo final a geração de inteligência útil e precisa para uma organização (ARAÚJO, 2020). Especificando ainda para novas tecnologias, o termo é então estendido para Inteligência Competitiva Tecnológica (ICT).

2.2 A PIRÂMIDE DA INTELIGÊNCIA

Os dados e informações são classificados em quatro níveis conforme a Pirâmide da Inteligência (HUML, 2012), mostrado na Figura 1, de acordo com o seu valor ~~enxergado~~ observado pela organização que a obtém. A inteligência pode ser explicada como o nível mais alto de informação, ou seja, é o resultado de quando dados e informações são, após a sua coleta, processados, analisados, e interpretados, elevando assim o seu valor para a organização que usufruirá dela. Logo, o maior desafio de uma empresa/organização é esse processo de transformação de dados brutos em inteligência facilmente acionável.

Figura 1 – Pirâmide da Inteligência



Fonte: HUML (2012)

2.3 PRINCIPAIS TIPOS DE FONTES DE INFORMAÇÃO

As fontes de dados podem ser divididas em duas categorias principais as fontes passivas (Figura 2) e as fontes ativas (Figura 3) de informação (GOVOREANU et al, 2010; LICHTENTHALER, 2004):

Figura 2 – Principais tipos de fontes de passivas de informação



Fonte: Govoreanu et al (2010)

Figura 3 – Principais tipos de fontes ativas de informação



Fonte: Govoreanu et al (2010)

Conforme os nomes sugerem, a fontes passivas de informação, as quais serão utilizadas neste trabalho, consistem de fontes onde não ocorre mais uma busca ativa de informações, pois elas se encontram em bases de dados já estabelecidos, como de *search engine*, *websites*, *papers* científicos e patentes. Já as fontes ativas são aquelas onde uma empresa faz a busca por informação ativamente, como eventos técnicos e conferências.

2.4 FLUXO DE INTELIGÊNCIA

O fluxo de informação, ou mais precisamente, de inteligência é caracterizado pelo nível de penetração que a inteligência tem dentro de uma organização, é a partir dela que uma empresa é capaz de entender a real situação de uma tecnologia no mercado e, tomar as decisões devidas em resposta. Portanto, quanto mais valor uma informação tem dentro desta cadeia, maior será o seu alcance (KAHAMER, 1996; SOCIETY OF COMPETITIVE INTELLIGENCE PROFESSIONALS, 2020).



Fonte: SG Analytics (2020)

O fluxo de inteligência pode ser descrito a partir a Figura 4, onde tudo se inicia com a geração de conteúdo/informação, sendo algumas possibilidades o lançamento de um produto ou até mesmo a publicação de uma patente. Após a disponibilização da informação, inicia-se a etapa de coleta, onde também será preciso fazer a filtragem e remoção de ruídos, dados irrelevantes para a busca, podendo estes serem realizados na mesma etapa ou em uma etapa independente.

Já de posse dos resultados filtrados, é possível a criação de bases de dados, que permitirão extração de informações relevantes; após a separação dos indicadores e/ou dados importantes, é necessária que uma análise seja realizada, completando o processo de transformação de dados brutos em inteligência

Após a obtenção da inteligência no passo anterior, esta precisa ser “digerida”, geralmente, mas não exclusivamente, pelos indivíduos de nível executivo da empresa. Este processo de assimilação dos resultados da busca de inteligência é indispensável, uma vez que servirão de base para o estabelecimento e execução de estratégias de inovação e/ou mudanças, como reação aos avanços de seus competidores e alterações de padrões do mercado por exemplo.

2.5 ANÁLISE DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA TECNOLÓGICA

A análise de inteligência competitiva é o processo em que dados brutos, que são coleções de fatos, números ou estatísticas são transformados em inteligência, que pode ser proveniente de correlações, padrões ou também de tendências observadas nos dados analisados

(KRUGER, 2003; ARAÚJO, 2020). Esta é uma etapa crucial, pois é a partir dela que todas as informações já adquiridas deixarão de ser simples fatos e números, se tornando base para tomadas de decisão, conforme o fluxo de inteligência mostrado anteriormente na Figura 4.

A análise de ICT pode ser realizado tanto internamente pela própria empresa ou externalizada por meio de uma consultoria. O processo de análise pode ser sumarizado na Figura 5, construído pelo Grupo de Gestão da Informação (GGI) de maneira orgânica e empírica ao longo de anos produzindo relatórios de inteligência competitiva e tecnológica que forneçam informações relevantes para auxiliar o processo de tomada de decisões de times de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação.



Fonte: Autor

2.5.1 Definição de requerimento

Esta etapa é a responsável pelo início do processo inteiro de IC. É partir dela que se enxergam-observam os problemas e necessidades iniciais, para os casos onde a análise de IC é externalizada, ela é realizada principalmente pelo cliente, que indica os seus problemas para o consultor que com isto conseguirá definir o escopo da busca que será efetuado.

2.5.2 Compreensão e planejamento

A segunda etapa consiste na compreensão do problema que foi levantado, nela podem ainda ser feitas buscas preliminares, como aprofundamento de conceitos dos problemas ou até mesmo possíveis soluções, para melhorar a contextualização e entendimento destes. Após a compreensão da demanda, é necessário que se defina a estratégia que será utilizada para encontrar os dados mais relevantes e em quais fontes eles serão procurados, inicia-se, portanto, o esboço das linhas de busca ou *queries* e a estruturação da busca já é iniciada.

É importante também a observação em relação a quais tipos de fontes são relevantes para a demanda. As principais fontes buscadas são as de propriedade intelectual, principalmente por meio de publicações patentárias e de artigos científicos, as mídias via notícias, e também através de *press releases* ou relatórios anuais de empresas.

2.5.3 Busca e coleta de dados

A terceira etapa é a etapa de busca e coleta de dados, é neste momento que se faz a análise dos documentos provenientes das linhas de buscas já esboçadas anteriormente, acrescidas de um refinamento por meio da observação direta dos resultados obtidos com as *queries*. Após se ter uma ou mais linhas de buscas que cubram todo o assunto de pesquisa solicitado, faz-se a coleta e filtragem dos dados, a partir disto inicia-se um estágio crucial, de criação e preenchimento de *databases* (bases de dados), os quais servirão para a análise posterior. Durante a criação das *databases*, mas não limitado a este momento, é interessante já se observar padrões e criar categorizações para os dados, visando facilitar a próxima etapa, de análise de dados.

2.5.4 Análise e conclusão dos resultados

A análise e conclusão dos dados finaliza as etapas da análise de ICT, onde de posse dos dados obtidos, busca-se observar características sobressalentes, padrões, correlações e tendências. Para auxiliar na análise, uma das maneiras mais eficazes de visualização é a confecção de gráficos, tabelas e esquemáticos usando dos dados já adquiridos e organizados.

Por fim, a partir das análises e observações anteriores, é possível tomar as conclusões devidas, que poderão se tornar em ações acionáveis. Esta última etapa compreende também o processo de exposição das conclusões, como a confecção de relatório final, havendo um impacto significativo na efetividade do estudo como um todo. Para isto, é importante que sejam analisados e selecionados os tipos de dados (quantitativos e qualitativos), e maneiras de exposição dos dados (gráficos e tabelas) apropriados, sendo elas fatores determinantes do poder de penetração final, contando com alcance maior quando devidamente apresentadas.

3 SISTEMAS DE BATERIAS

Os sistemas de bateria, conhecidos também como *packs* de baterias podem ser divididas em 3 níveis, a célula, o módulo e o sistema (SAMSUNG, 2017), conforme mostrado na figura 6.



Fonte: Autor

3.1 CÉLULAS DE BATERIA

As baterias foram inventadas por Alessandro Volta em meados de 1800 (SCHUMM, 1998; MIT, 2022) e seu uso foi disseminado durante os séculos seguintes, trazendo inúmeros avanços. As células de bateria são a menor unidade de bateria, elas podem ser classificadas principalmente de acordo com o foco deste nível, através de dois tipos de divisão: relativo à sua composição química e à sua geometria.

3.1.1 Divisão por composição química

Esta divisão se refere aos tipos de íons principais que são utilizados na sua composição química (cátodo e ânodo), sendo as principais: as células de chumbo ácido e as de íon lítio.

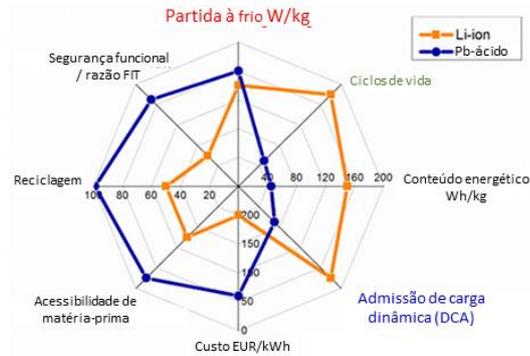
3.1.1.1 Célula de Chumbo Ácido

Inventada por Gaston Planté em 1859 (BRITANNICA, 1998), as baterias de chumbo ácido foram as primeiras baterias recarregáveis a entrar em uso comercial. Apesar de ser antigo, este tipo de bateria ainda se encontra em uso atualmente por seu baixo custo-por-watt e confiabilidade, fazendo com que seja uma fonte de alimentação ininterrupta com custo-benefício bom para automóveis (BUCHMANN, 2017).

Apesar de ser altamente eficiente em termos de densidade energética, o chumbo é um material tóxico e ambientalistas advocam pela substituição por outra composição química alternativa. Apenas com a introdução e avanços trazidos pelas baterias de íon de lítio (Li-íon) mais recentemente que este tipo de bateria está tendo sua hegemonia desafiada, muito embora

ela ainda possui vantagens principalmente em termos de performance em baixas temperaturas, alta reciclabilidade e bom registro histórico de segurança (Figura 7).

Figura 7 – Comparação entre células de Chumbo Ácido e Li-ion como baterias de partida



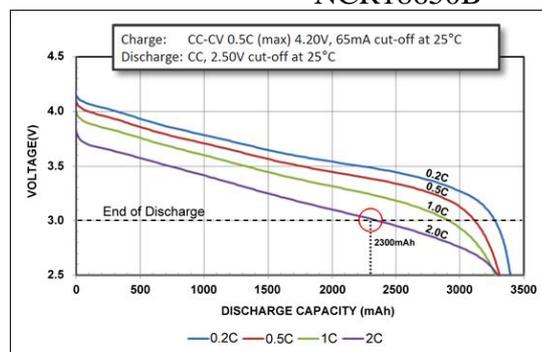
Fonte: Johnson Control

3.1.1.2 Células de Íon Lítio

As baterias de Íon Lítio recebem seu nome de acordo com seu material ativo e possuem uma nomenclatura, além da simbologia química, baseada na abreviação das letras de seus componentes químicos. Como o caso do óxido de lítio cobalto, que é abreviado para LCO (sigla em inglês para *lithium cobalt oxide*).

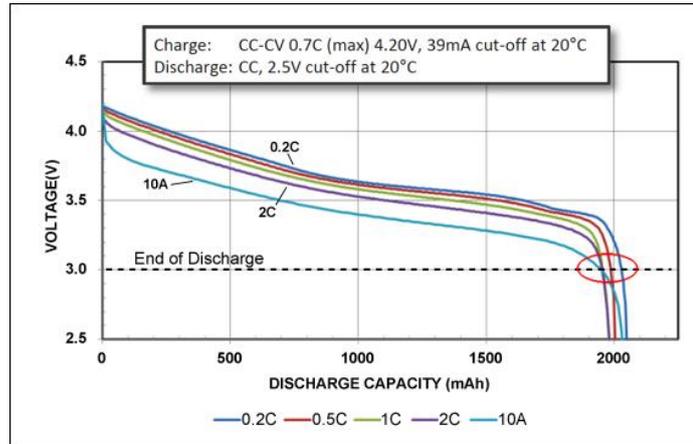
Um dos sistemas de Li-íon mais sucedidos são os sistemas que contam com uma combinação de níquel-manganês-cobalto (NMC) em seu cátodo, podendo então ser configurado para servirem como células de energia (maior capacidade de descarga e menor corrente e potência) (Figura 8) ou como células de potência (menor capacidade de descarga e maior corrente e potência) (Figura 9).

Figura 8 – Capacidade de descarga (mAh) x tensão (V) de uma célula de energia NCR18650B



Fonte: Panasonic

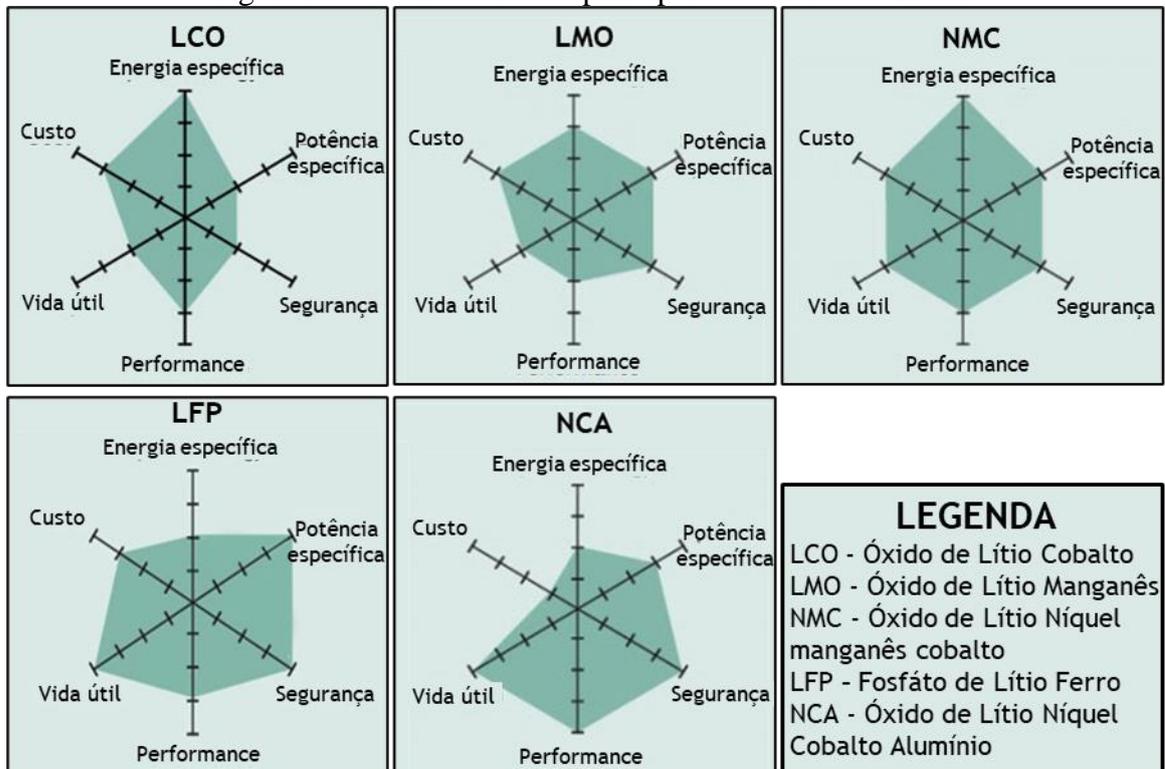
Figura 9 – Capacidade de descarga (mAh) x tensão (V) de uma célula de potência UR18650RX



Fonte: Panasonic

As células NMC possuem uma performance geral boa e sobressaem em termos de energia específica (Figura 10), além de ter o menor grau de auto aquecimento dentre as células de Li-íon, sendo então a célula preferida para o uso em veículos elétricos (BUCHMANN, 2017).

Figura 10 – Características principais de células de Li-íon



Fonte: CADEX e Boston Consulting Group

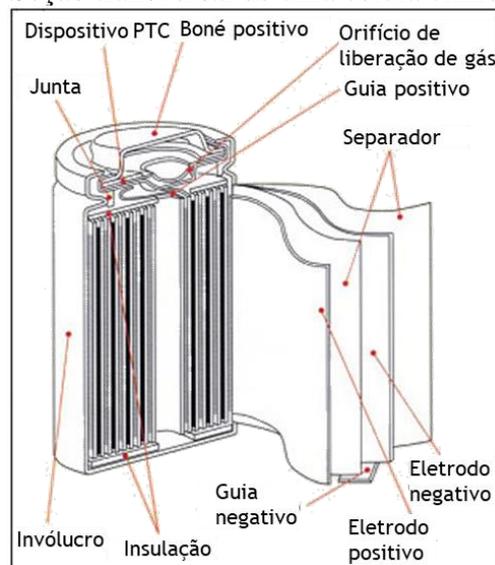
3.1.2 Divisão por geometria

Em termos de geometria, existem diversos tipos de células de baterias, dentre elas as principais são as dos tipos cilíndrica, prismática e bolsa (BUCHMANN, 2017).

3.1.2.1 Célula cilíndrica

As células cilíndricas (Figura 11) são um dos estilos de embalagens mais usados para baterias primárias (não recarregáveis) e secundárias (recarregáveis), tendo como principais vantagens a facilidade de manufatura acrescido de sua boa estabilidade mecânica, podendo resistir a grandes pressões internas sem deformar. Este tipo de célula não sofre alterações nas suas dimensões, como inchaços, porém pode ocorrer desintegração, sendo uma margem de distância deixada entre células para evitar a sua propagação em caso de ocorrência do efeito.

Figura 11 – Seção transversal de uma célula cilíndrica de Li-ion



Fonte: Sanyo

As células possuem uma nomenclatura que reflete suas dimensões, diâmetro seguido de comprimento, como é o caso do 18650, a célula mais popular com 2,55 bilhões de células desta dimensão produzidas em 2013, que possui 18 mm de diâmetro e 65 mm de comprimento.

3.1.2.2 Célula prismática

Introduzidas em 1990, as células prismáticas (Figura 12) satisfazem a necessidade por geometrias de caráter mais fino, utilizando de disposição por camadas para otimizar o uso de espaço. Este tipo de célula requer um invólucro firme para se atingir a compressão desejada, podendo inchar devido ao acúmulo de gases, requerendo que uma margem seja deixada. O seu

design apesar de ser mais flexível, pode acarretar em um custo mais alto de manufatura e também em menor eficiência. Ela é usada predominantemente em aparelhos eletrônicos como celulares e tablets, ~~ele também é além de também ser~~ utilizada em veículos elétricos.

Figura 12 – Seção transversal de uma célula prismática



Fonte: Polystor Energy Corporation

3.1.2.3 Célula bolsa

As células bolsa ou *pouch* (Figura 13) possuem design bem distinto, através de folhas de contato soldadas nos eletrodos e trazidas ao exterior da célula de maneira selada. Este tipo de célula oferece uma solução simples, flexível e leve para o design da bateria, ela é a mais eficiente em termos de uso do espaço, atingindo 90 a 95% na eficiência de embalagem. Porém, assim como as células prismáticas, elas também sofrem com o efeito de inchaço da célula (Figura 14), sendo necessário que margens sejam deixadas na sua disposição.

Figura 13 – Célula bolsa



Fonte: A123

Figura 14 – Célula bolsa inchada



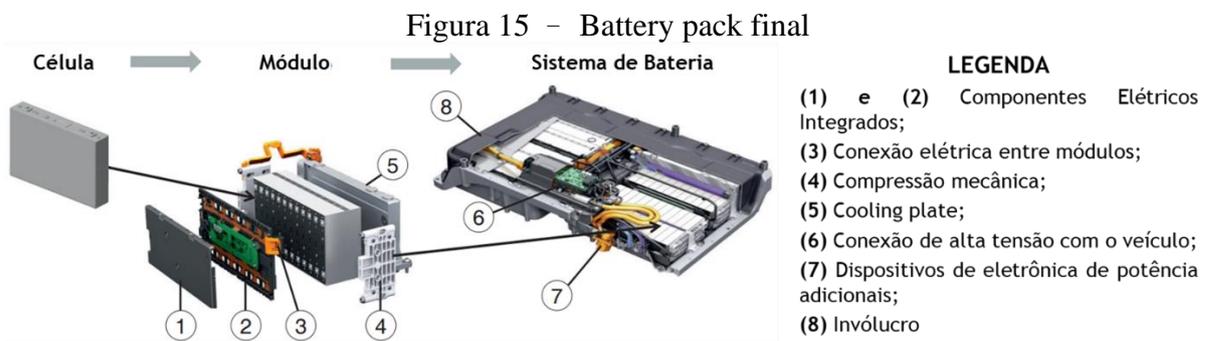
Fonte: Cadex

3.2 MÓDULOS DE BATERIA

Os módulos de bateria se referem ao nível posterior às células, onde a maior preocupação é no agrupamento e disposição das células. Neste estágio alguns componentes externos podem ser incorporados junto às células em busca de maior estabilidade e resultados esperados, como o preenchimento de vãos deixados e o uso de *thermal pads*.

3.3 SISTEMAS DE BATERIA

O sistema de bateria é o conjunto final da bateria, como mostra a figura 15, ela já leva em consideração a comunicação entre todos os componentes, como conexões elétricas, mas também os seus aspectos de funcionamento, como o seu gerenciamento térmico.

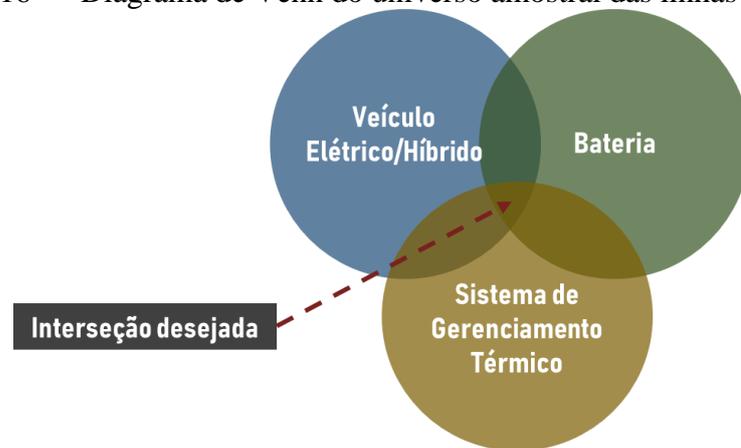


Fonte: GGI

4 ESTRATÉGIA DE BUSCA

Após o melhor entendimento sobre as baterias, visando analisar e acompanhar as tendências tecnológicas para os Sistemas de Gerenciamento Térmico de Baterias (SGTBs) de EVs, foram construídas linhas de buscas (Figura 16) para patentes e artigos científicos para coleta de informação com o maior grau de confiabilidade possível. Para isto, foram utilizadas a plataforma Scopus para a pesquisa de artigos científicos, e o Orbit Intelligence para as buscas patentárias.

Figura 16 – Diagrama de Venn do universo amostral das linhas de busca



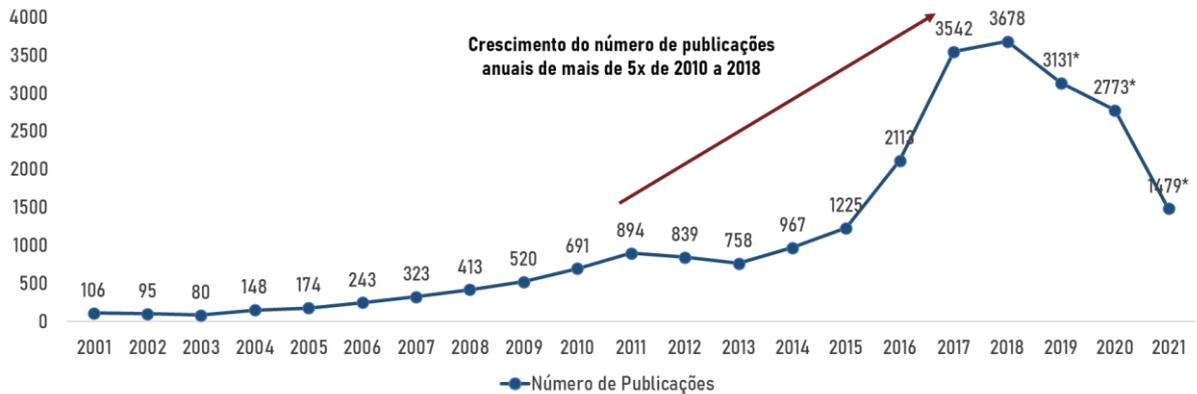
Fonte: Autor

Para se obter melhores informações sobre as linhas de desenvolvimento atuais, as publicações científicas (artigos) se apresentam como uma fonte confiável em termos mais gerais e amplos, enquanto as patentes são bons indicadores de desenvolvimentos específicos. Foram então realizadas iterações com palavras-chaves de três principais grupos relevantes ao tema, obtendo-se então a interseção entre elas como resultado da busca:

Levando em consideração que esta área tecnológica é vasta e têm experienciado crescimentos rápidos nos últimos anos, a busca se limitou também aos últimos 20 anos. Aplicando esta condição de contorno e, considerando o período de 18 meses de confidencialidade das publicações patentárias, mais de 17.000 patentes e 2.600 artigos foram registrados no período.

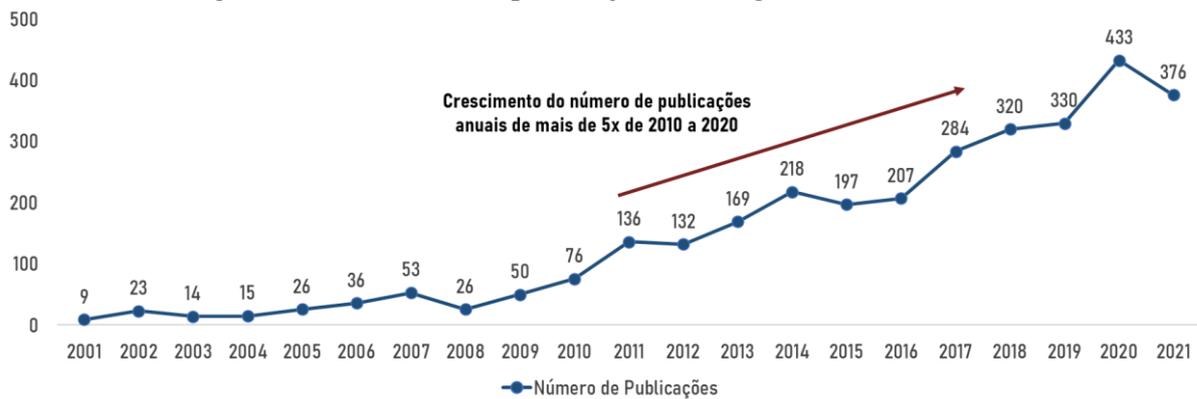
Observou-se também que os esforços de desenvolvimento se concentram mais na última década, com o aumento do número de publicações anuais dos últimos anos excedendo cinco vezes o número de publicações no início da década tanto em publicações patentárias (Figura 17) quanto publicações de artigos científicos (Figura 18).

Figura 17 – Número de publicações de patentes anuais



Fonte: Orbit Intelligence

Figura 18 – Número de publicações de artigos científicos anuais



Fonte: Scopus

Além das buscas para entendimento do andamento das pesquisas através de artigos científicos e publicações patentárias, é importante também se observar o comportamento do mercado global, isto é possível através de uma pesquisa de mercado, onde a coleta de métodos e soluções já empregados é crucial para se entender o que a indústria já considera como aplicável.

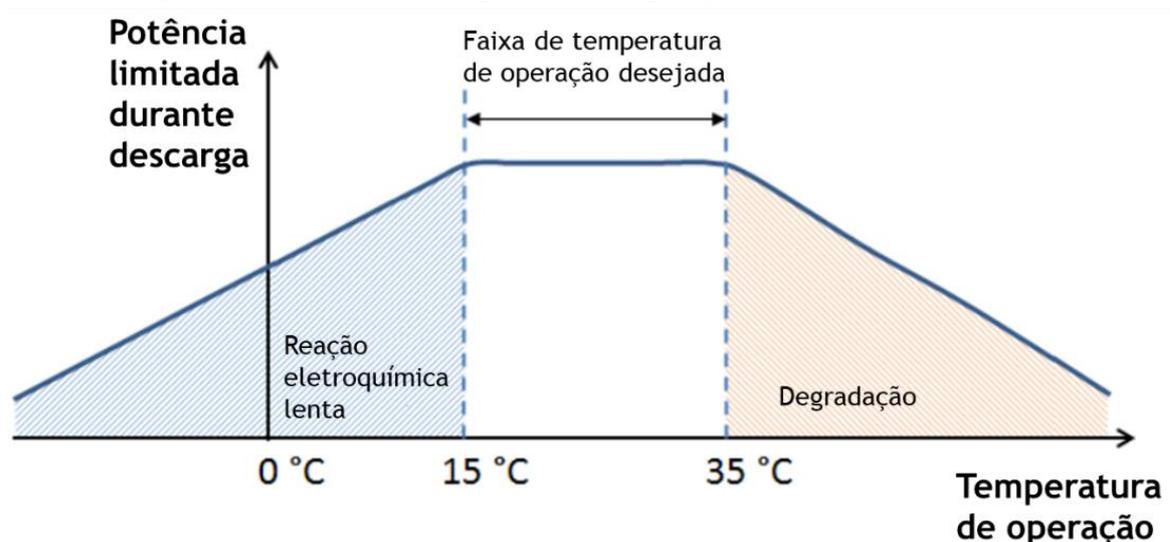
5 GERENCIAMENTO TÉRMICO DE BATERIAS – ARTIGOS CIENTÍFICOS

Como observado no capítulo 3, um sistema de baterias precisa levar em consideração também os aspectos de funcionamento do conjunto, e um dos fatores mais importantes é o ambiente em que a bateria será exposta, principalmente em relação às condições térmicas. As baterias, se expostas a condições desfavoráveis durante sua operação podem ter sua vida útil reduzida.

Para as baterias à base de Li-íon, que atualmente tem seu uso mais predominante (STATISTA, 2021), a faixa de operação ótima é entre 15°C e 35°C (BIZARRI, 2018), como apresentado na figura 19. Caso a operação da bateria ocorra fora da faixa ótima (ARORA, 2018), alguns dos problemas que poderão ocorrer são:

- a) Temperaturas acima da faixa ótima: decomposição da liga dos materiais gerando perda de estabilidade mecânica e decomposição de eletrólitos causando perda irreversível de lítio;
- b) Temperaturas abaixo da faixa ótima: deposição de lítio metálico formando placas e decomposição de eletrólitos causando perda irreversível de lítio

Figura 19 – Faixas de temperatura de operação de uma bateria de Li-ion



Fonte: BIZARRI (2018)

Sistemas de Gerenciamento Térmico de Baterias (SGTB) são uma parte crucial de um sistema completo de bateria de um veículo elétrico, principalmente com os avanços tecnológicos, onde baterias com cada vez maiores densidades energéticas requerem sistemas mais robustos, ~~principalmente de refrigeração, mais especificamente~~ refrigeração. Somado a

isto, a busca por maior eficiência, versatilidade de uso e vida útil das baterias dos EVs, permitindo sua operação em diferentes condições externas, também se apresentam como forças motoras para os desenvolvimentos dentro desta área.

Levando em consideração as condições térmicas para uma boa operação, um SGTB deve ter então quatro funções essenciais (ARORA, 2018):

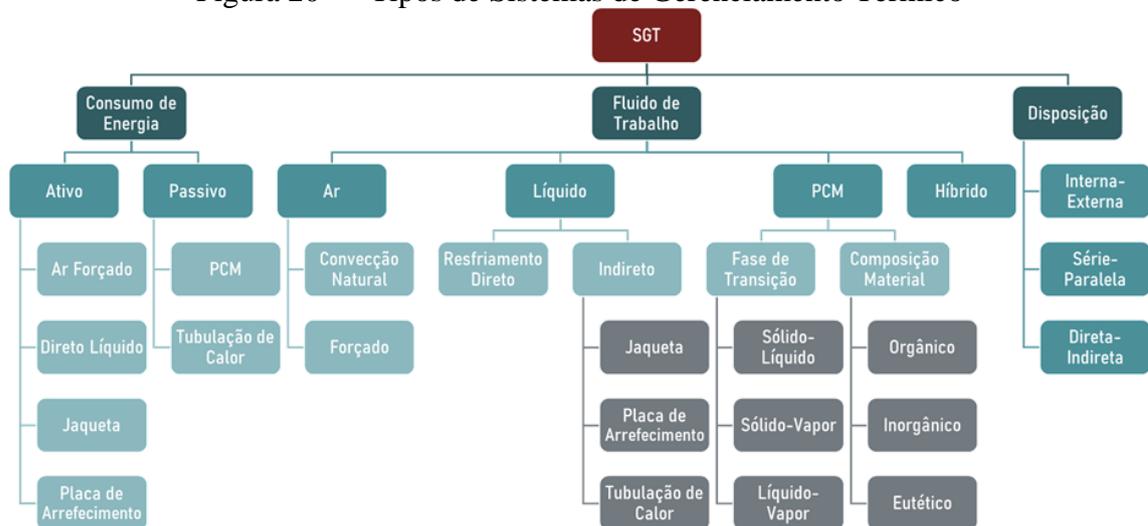
- a) Refrigeração: para retirada de calor da bateria;
- b) Aquecimento: para melhorar as condições térmicas da bateria quando a temperatura estiver muito baixa;
- c) Insulação: para prevenir mudanças bruscas de temperatura;
- d) Ventilação: para o escape de gases potencialmente nocivos da bateria.

5.1 SISTEMAS DE GERENCIAMENTO TÉRMICO

Observando primeiramente como ocorrem os controles térmicos de maneira geral, os Sistemas de Gerenciamento Térmico (SGT) podem ser categorizados baseados em três aspectos (Figura 20):

- a) Consumo de energia: sistemas de refrigeração passivas utilizam apenas as condições ambientes enquanto sistemas ativos possuem uma fonte de energia;
- b) Fluido de trabalho: tipo de fluido utilizado, como ar, líquido, PCM e híbrido;
- c) Disposição: configuração e disposição do fluido de trabalho dentro do *battery pack*, o meio pode operar em contato direto ou não com os módulos da bateria.

Figura 20 – Tipos de Sistemas de Gerenciamento Térmico



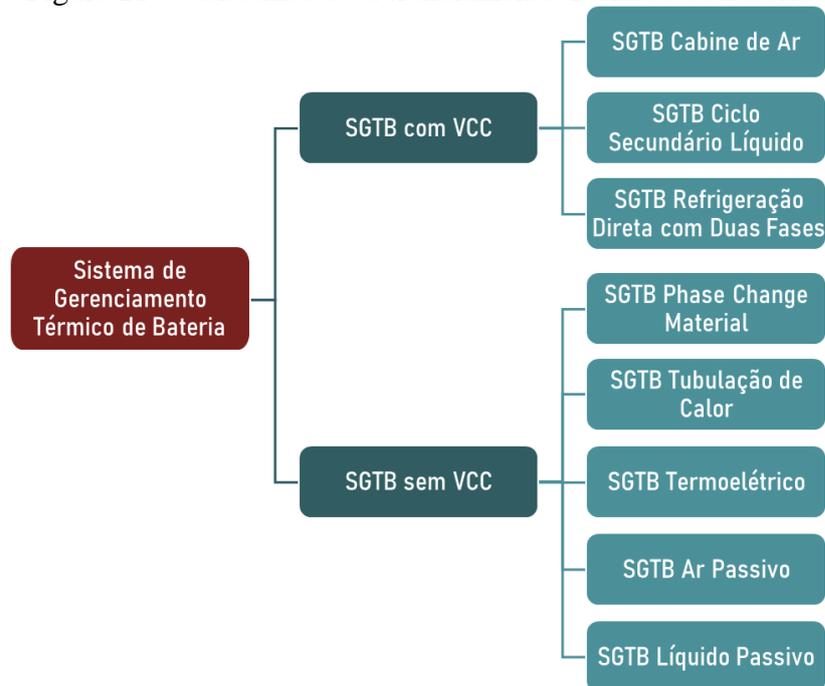
Fonte: Arora (2018)

5.2 SISTEMAS DE GERENCIAMENTO TÉRMICO DE BATERIAS

Além disto, a partir dos SGT, acrescidos de técnicas utilizadas na refrigeração geral, principalmente o uso de compressores de ar, é possível obter aplicações específicas para baterias de veículos elétricos com maior eficiência. Assim, os SGTBs podem também ser divididos em dois grupos principais, quanto ao uso de compressores (Figura 21):

- a) SGTB com ciclo de compressão de vapor (VCC): Refrigeração por ar de cabine, refrigeração por líquido com ciclo secundário e refrigeração direta com refrigerante em duas fases;
- b) SGTB sem VCC: Refrigeração por *Phase Change Material* (PCM), tubulação de calor e refrigeração termoelétrica.

Figura 21 – Sistemas de Gerenciamento Térmico de Baterias



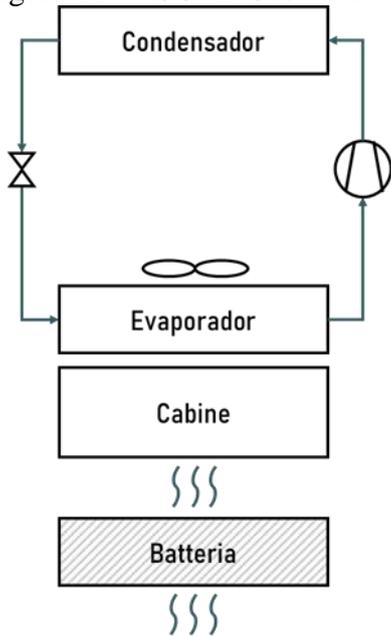
Fonte: Arora (2018)

5.2.1 SGTB Cabine de ar

O primeiro tipo de sistema é o de refrigeração via ar de cabine (ARORA, 2018; WANG et al, 2016; KIM et al, 2019), nesta configuração o fluido de trabalho é o próprio ar que passa pela cabine do veículo (Figura 22). Antes de passar ~~pelo~~ pela bateria, o ar é pré-condicionado dentro da cabine pelo sistema de ar condicionado (AC) VCC já existente (utilizando o mesmo evaporador, condensador, válvula de expansão e compressor), apenas ~~necessitante~~ necessitando de alguns componentes extras como dutos de ventilação.

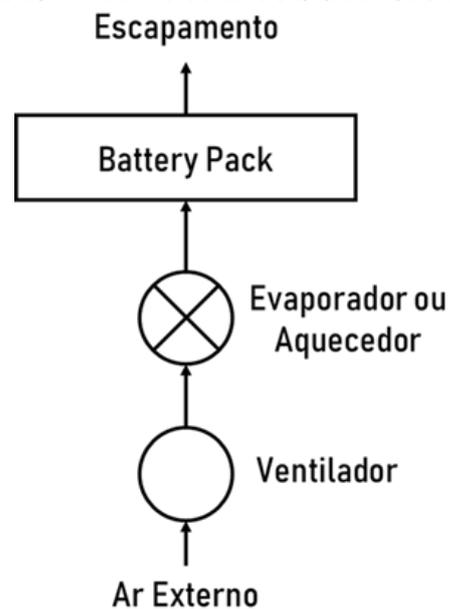
O fluxo do fluido pode ter configuração em série ou em paralelo com o sistema de AC, permitindo também o aquecimento da bateria no inverno. Este tipo de abordagem representa uma solução simples (Figura 23) que pode trazer reduções nos custos tanto de produção, mas também de manutenção, uma vez que, o uso de apenas um sistema central responsável por todo o processo diminui o número de componentes do sistema.

Figura 22 - SGTB Cabine de Ar



Fonte: Autor

Figura 23 - Fluxo de ar do SGTB Cabine de Ar



Fonte: Autor

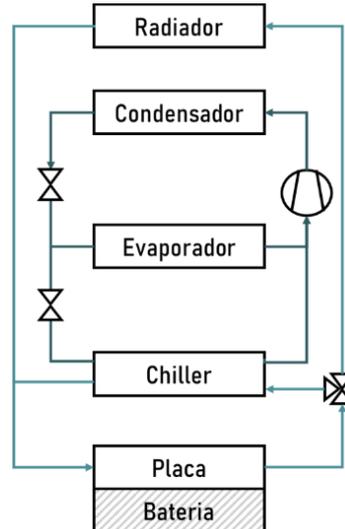
Apesar de ser mais simples, o uso deste tipo de gerenciamento térmico possui algumas desvantagens:

- O sistema central VCC consumirá mais energia e o sistema de AC poderá ter sua eficiência comprometida;
- O aumento do número de ventiladores para manter o fluxo de ar pode acarretar no aumento do ruído sonoro dentro da cabine, afetando o conforto do usuário;
- A baixa capacidade calorífica e condutividade térmica do fluido (ar) limita o seu uso em aplicações em baterias com alta densidade térmica;
- O vão entre células deve ser largo para que o sistema consiga ter a refrigeração desejada, dificultando assim o agrupamento delas dentro do sistema.

5.2.2 SGTB Ciclo secundário líquido

Este tipo de sistema utiliza de dois ciclos ou *loops* (ARORA, 2018; WANG et al, 2016; KIM et al, 2019) (Figura 24), sendo um de líquido de resfriamento (*coolant*) e o outro de gás refrigerante. O primeiro refrigerante (*coolant*) deve ser um fluido não eletricamente condutivo, tipicamente um óleo mineral, e estará em contato direto com os módulos da bateria. O segundo fluido é um gás refrigerante, tipicamente uma mistura de etileno glicol, que não poderá entrar em contato com a bateria por ser eletricamente condutivo. Os ciclos refrigerantes são então interconectados através de um *chiller*. Quando a carga térmica do sistema for baixa, o primeiro refrigerante (*coolant*) é resfriado pelo ar externo através do radiador, mas em situações de alta carga térmica, o segundo refrigerante assume o papel de resfriar o primeiro através do *chiller*. É possível ainda aquecer os módulos da bateria, alterando-se a direção do fluxo de refrigeração através da multiválvula do sistema-é.

Figura 24 - SGTB Ciclo secundário líquido



Fonte: Autor

Este tipo de solução permite que o design do sistema de bateria seja mais compacto, uma vez que o uso de um líquido de resfriamento com maior fluxo de massa, capacidade calorífica e taxa de transferência de calor permite maior eficiência. Isto garante também um gerenciamento térmico efetivo mesmo sob condições de operação extremas, como carregamentos rápidos e descargas em altas temperaturas externas.

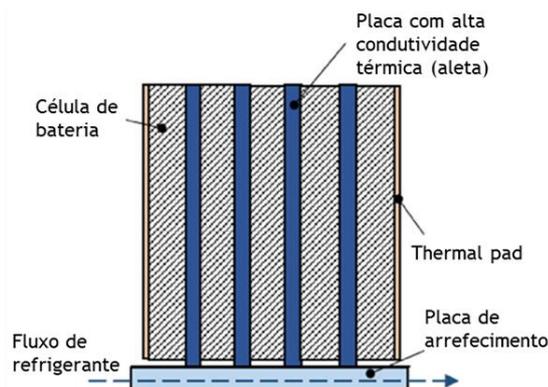
Devido aos componentes adicionais, este tipo de sistema acaba tendo uma complexidade mais elevada. Comparada ao SGTB Cabine de ar, ~~além da maior complexidade,~~

os seus custos de produção e de manutenção também são mais altos, assim como maiores chances de ocorrência de falhas, como vazamentos.

Para os SGTB ciclo secundário líquido, existem duas configurações principais que dependem da disposição e tipo de dissipador de calor:

- a) Método de resfriamento por aleta (Figura 25): este método usa series de aletas afixadas entre as células da bateria e ligadas a uma única placa de arrefecimento. O calor das células é distribuído para as aletas e transferido para o líquido de resfriamento (*coolant*) que flui abaixo da placa de arrefecimento. Um problema, porém, que ocorre neste método, conforme a diferença de temperatura entre a placa de arrefecimento e as aletas diminui, a capacidade de resfriamento reduz, o que pode causar problemas nas últimas células da direção de fluxo do fluido.

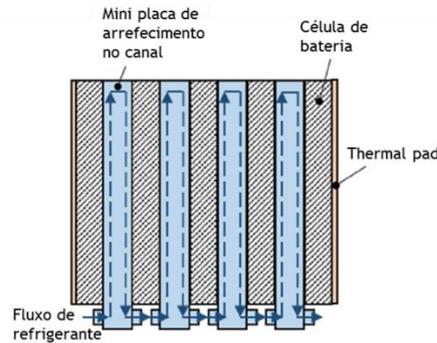
Figura 25 – Método de resfriamento por aleta



Fonte: Kim et al (2019)

- b) Método de resfriamento por mini placas de arrefecimento nos canais (Figura 26): este método faz uso de series de placas de arrefecimento entre as células da bateria, por onde o líquido de resfriamento (*coolant*) flui, mantendo assim a distribuição uniforme de temperatura entre as células. Porém, o custo desta melhoria acaba sendo a elevada queda de pressão causada pelo maior comprimento do canal de fluxo do fluido, o que requer uma bomba mais robusta.

Figura 26 – Método de resfriamento por mini placas de arrefecimento nos canais

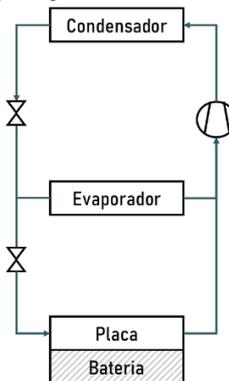


Fonte: Kim et al (2019)

5.2.3 SGTB Refrigeração direta com refrigerante em duas fases

Esta solução é uma opção para mitigar a complexidade resultante do uso de sistemas de refrigeração secundárias por meio da adição de um evaporador e uma válvula de expansão ao *battery pack* (ARORA, 2018; WANG et al, 2016; KIM et al, 2019) (Figura 27). O SGTB estende e efetua a integração da refrigeração da bateria diretamente com o VCC central já existente do AC do veículo, eliminando a necessidade de um ciclo de líquido resfriador (*coolant*) e também do *chiller* usado para interconectar os ciclos, diminuindo assim o peso e tamanho do sistema completo.

Figura 27 – SGTB Refrigeração direta com refrigerante em duas fases

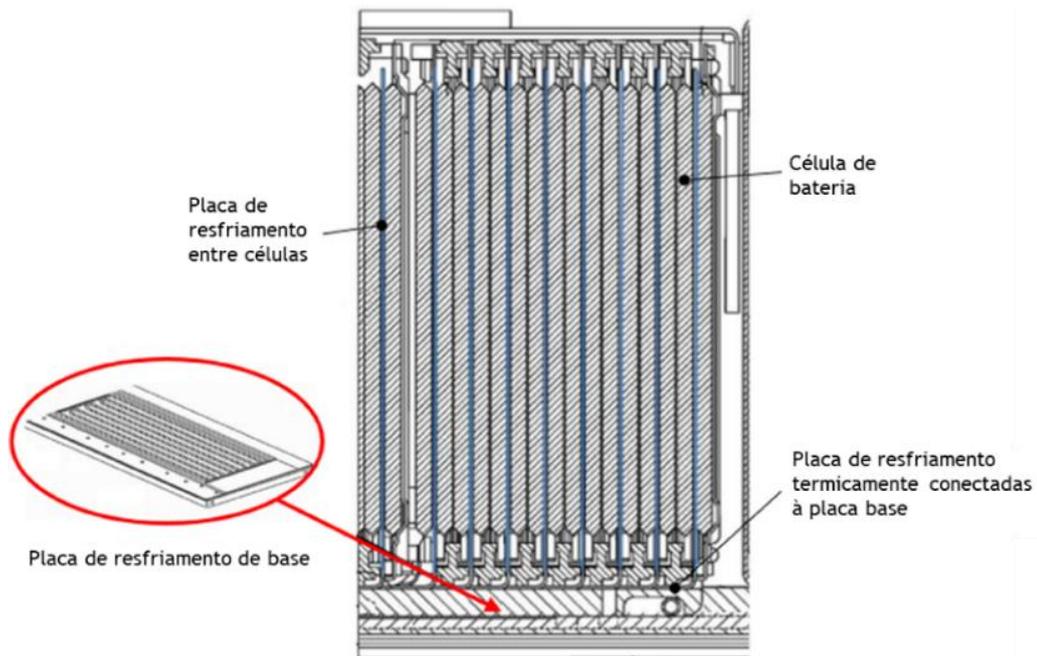


Fonte: Autor

Além de tornar o sistema mais compacto, esta configuração permite também que uma maior quantidade de calor seja absorvida devido ao elevado calor latente que um refrigerante possui. Fora isto, a adição da válvula de expansão permite ainda maior eficiência com o controle do fluxo de refrigerante ao evaporador adicional conforme a necessidade da carga térmica. Uma desvantagem, porém, é o maior consumo de energia do sistema, uma vez que o compressor deve operar independentemente do AC da cabine.

As células da bateria desta configuração são conectadas a aletas com alta condutividade térmica que por sua vez são conectadas ~~a~~ um trocador de calor adicional (Figura 28). Ademais, como a temperatura do refrigerante é mantida constante durante a evaporação, uma distribuição de temperatura altamente uniforme pode também ser atingida na bateria, prolongando ainda mais a sua vida útil.

Figura 28 - Diagrama esquemático SGTB Refrigeração direta com refrigerante

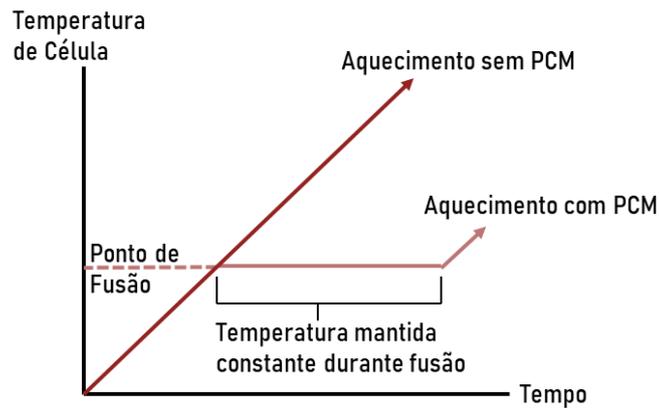


Fonte: Kim et al (2019)

5.2.4 SGTB *Phase change material*

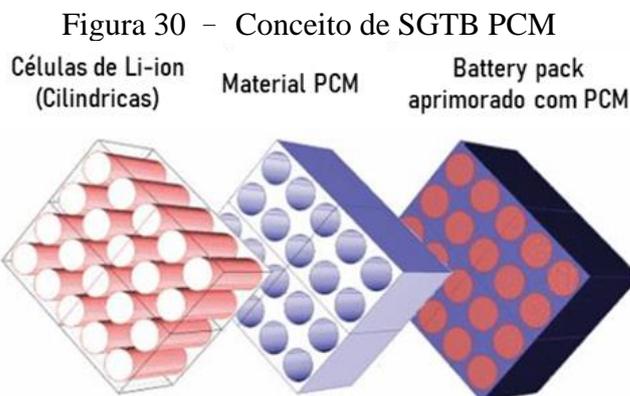
Este tipo de SGTB explora as características de um *Phase Change Material* (PCM), ~~onde~~ quando calor é gerado, ele é transferido diretamente ao PCM via condução térmica. Inicialmente o calor absorvido se dá na forma de calor sensível e, seguido de calor latente ao se atingir seu ponto de fusão até o final da mudança de fase (sólido para líquido) (Figura 29). Após a fusão (passagem para fase líquida), o PCM começa então a dissipar o calor como calor sensível.

Figura 29 – Comportamento térmico do PCM em células de bateria

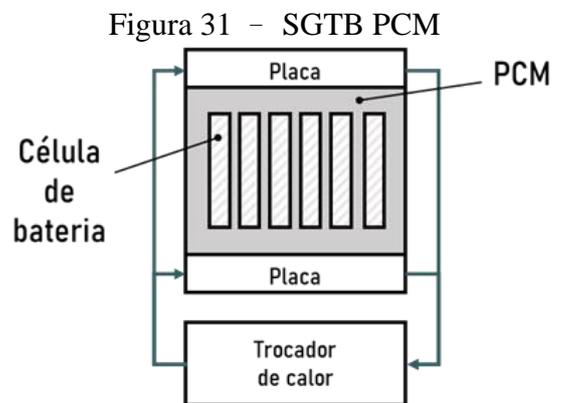


Fonte: GGI

O uso de PCMs se apresenta como uma opção para redução do número de componentes, complexidade, custos e peso de um SGTB. Eles são projetados (Figura 30) junto com o sistema de bateria para estarem em contato direto com as células e contam com placas de arrefecimento (Figura 31). Apesar ser uma alternativa interessante, apenas PCMs não é suficiente para operações contínuas por tempo prolongado ou em ambientes muito quentes, sendo necessários sistemas de resfriamento adicional.



Fonte: WANG et al (2016)



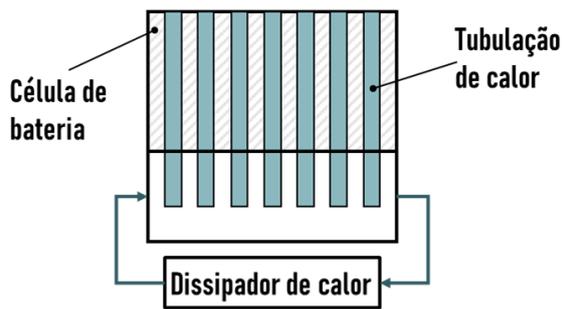
Fonte: KIM et al (2019)

5.2.5 SGTB Tubulação de calor

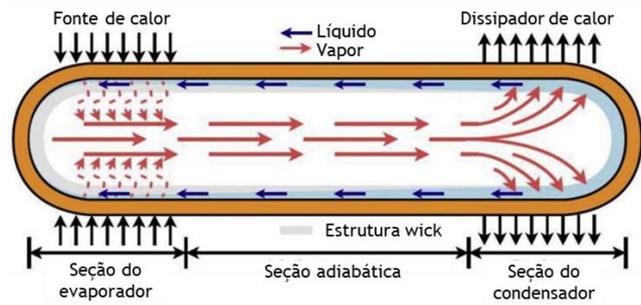
O SGTB com Tubulação de calor (Figura 32) é composto de um evaporador, uma seção adiabática e um condensador, este tipo de solução opera espontaneamente sem a necessidade de energia externa através do gradiente de pressão que move o fluido do evaporador ao condensador (Figura 33), utilizando transferência de calor via mudança de fase mesmo para pequenas diferenças de temperatura.

Figura 32 – SGTB Tubulação de calor

Figura 33 – Tubulação de calor



Fonte: KIM e al (2019)



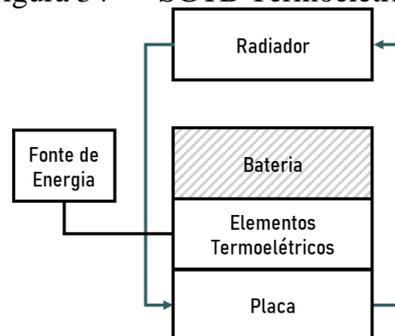
Fonte: ARORA (2018)

Este SGTB apresenta uma solução mais compacta, com maior flexibilidade geométrica, longa vida-útil e baixos custos de manutenção, porém ela é limitada em termos de capacidade, eficiência e possui pequena área de contato, o que normalmente requer que ela seja utilizada em paralelo com outros sistemas como resfriamento via ar ou líquidos.

5.2.6 SGTB Termoelétrico

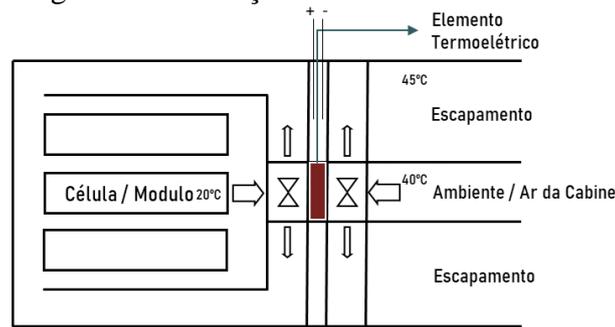
Este SGTB (Figura 34) faz uso do Efeito Peltier através de elementos termoelétricos (Figura 35), estes que já são utilizados em sistemas de AC de EVs e no gerenciamento térmico da assentos de veículos, podendo resfriar ou aquecer conforme a direção da corrente que percorre pelo material termoelétrico.

Figura 34 - SGTB Termoelétrico



Fonte: Kim et al (2019)

Figura 35 – Função do Elemento termoeletrico



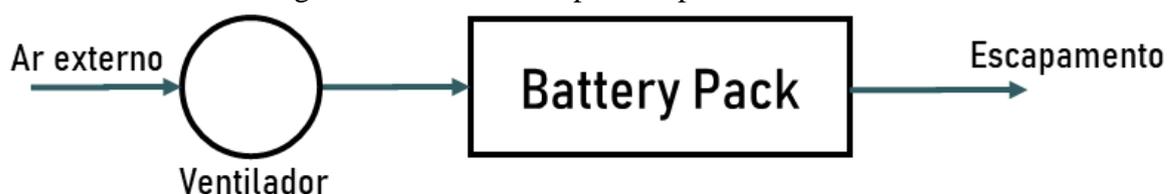
Fonte: Autor

Esta solução apresenta um tamanho compacto com baixos custos de manutenção e ainda tem alta confiabilidade por não possuir partes móveis, não gerando ruídos e prolongando sua vida útil. Devido ainda à sua flexibilidade de forma e escalabilidade, elementos termoeletricos são potencialmente fundamentais para o desenvolvimento de sistemas de baterias modulares.

5.2.7 SGTB Ar passivo

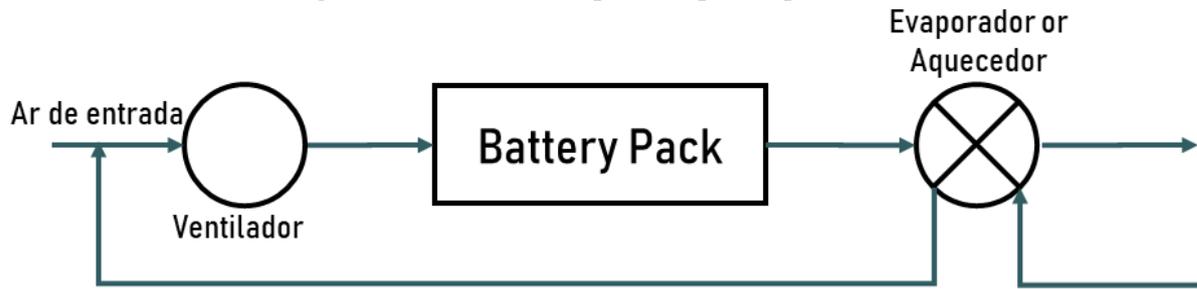
O SGTB com Ar passivo é uma solução simples, onde por meio de ventilação com o ambiente externo, acrescido de aletas a bateria é resfriada (Figura 36). Para aquecimento (Figura 37), pode-se conectar o *battery pack* em outros sistemas térmicos do veículo, reaproveitando o seu calor. Apesar da simplicidade, esta configuração é altamente dependente e limitada principalmente pelo ambiente externo, uma vez que para manter a temperatura na faixa operação ótima o ambiente deve estar com a temperatura entre 10°C e 35°C. Além disto, sofrendo do mesmo problema que os SGTB Cabine de ar, ela não consegue atender às necessidades de sistemas de bateria com alta densidade energética (consequentemente alta densidade térmica).

Figura 36 – SGTB Ar passivo para resfriamento



Fonte: Autor

Figura 37 – SGTB Ar passivo para aquecimento

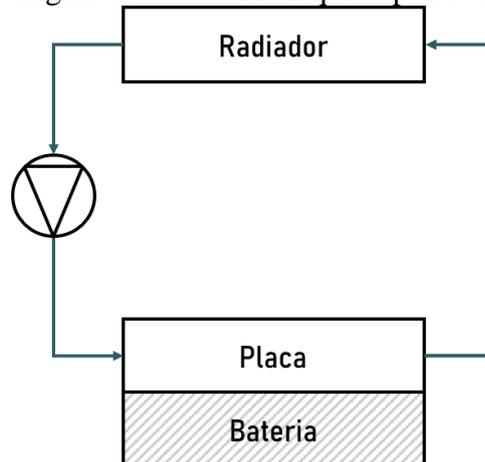


Fonte: Autor

5.2.8 SGTB Líquido passivo

O SGTB Líquido passivo (Figura 38) tem a configuração onde o sistema de refrigeração da bateria trabalha em conjunto com o radiador do veículo, atuando então como um sistema de resfriamento por aleta. Assim como para as soluções ativas, o fluido líquido pode ser dividido em duas categorias, os fluidos eletricamente condutivos (óleos minerais) e não eletricamente condutivos (mistura de etileno glicol ou e água). Devido à necessidade de se manter controlado a temperatura do sistema de bateria com diferentes cargas térmicas, este tipo de solução geralmente é usado apenas para o ciclo líquido secundário dos sistemas de resfriamento.

Figura 38 – SGTB Líquido passivo



Fonte: Autor

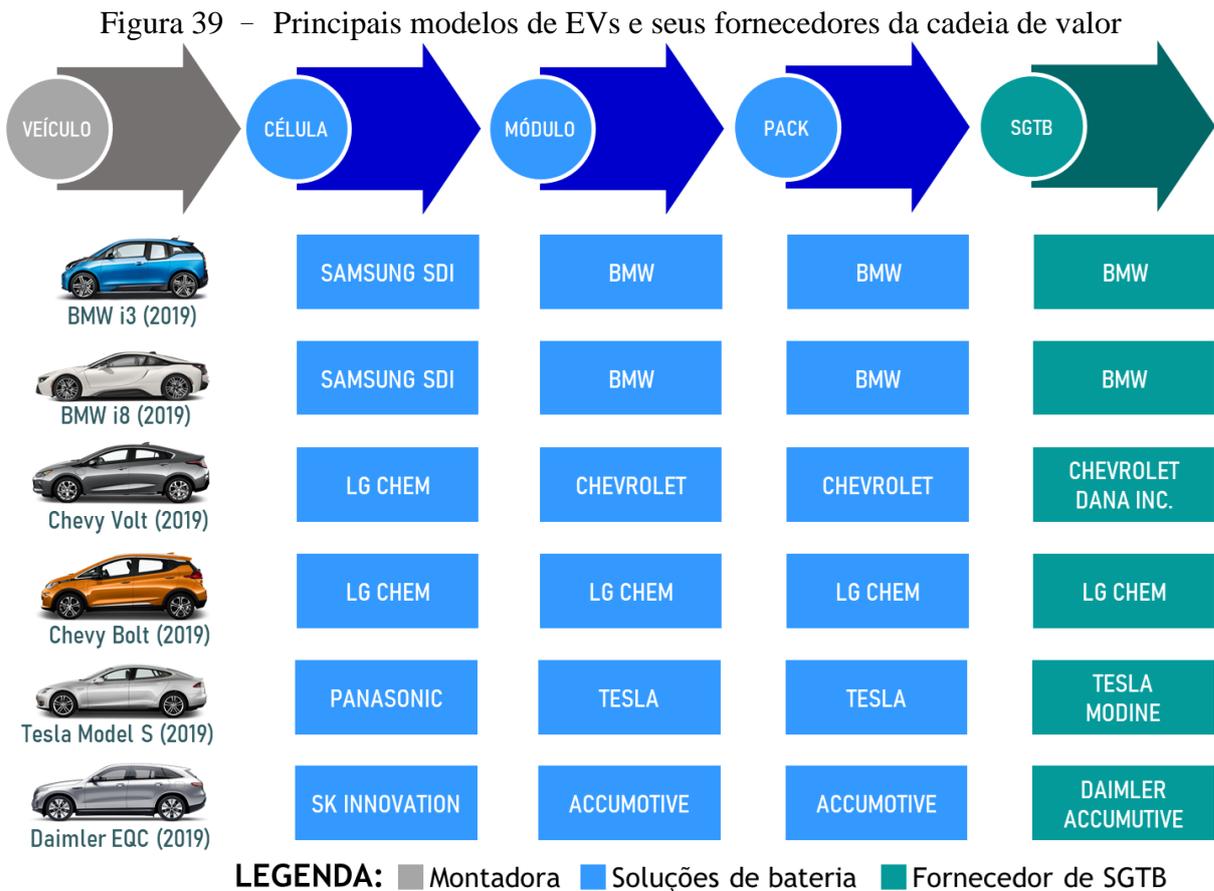
6 GERENCIAMENTO TÉRMICO DE BATERIAS – SOLUÇÕES COMERCIAIS

Após o entendimento dos principais sistemas de gerenciamento térmico de baterias que existem na bibliografia, visando uma compreensão mais completa, é necessário realizar a comparação às suas aplicações na prática, para isso uma busca de mercado para as soluções oferecidas e utilizada também é realizada.

6.1 CADEIA DE VALOR

Quando observado a cadeia de valor do mercado de Sistemas de Gerenciamento Térmico de Baterias para veículos elétricos, é possível separar as empresas que fazem parte da mesma em três principais categorias (Figura 39):

- a) Montadora: algumas montadoras verticalizam a manufatura de diversos ~~des~~ componentes e/ou sistemas, inclusive tendo o próprio SGTB;
- b) Soluções de Bateria: diversas empresas buscam incorporar o SGTB em seus produtos para oferecer uma solução mais completa. Entram nesta categoria principalmente, mas não só, empresas que manufaturam células, módulos ou sistemas de baterias;
- c) Fornecedor de SGTB: são classificadas nesta categoria empresas que possuem e oferecem sistemas e componentes para o gerenciamento térmico.



Fonte: GGI (2019)

6.2 PRINCIPAIS MÉTODOS UTILIZADOS COMERCIALMENTE

Visando um entendimento mais completo das soluções do problema, uma pesquisa foi feita para levantar os SGTBs utilizados pelos principais modelos de EVs disponíveis (Tabela 1). A partir dos resultados encontrados é possível perceber que o há uma maior preferência ao resfriamento ativo ~~é mais buscado que o em relação ao~~ passivo (Figura 40), justamente devido à necessidade de se ter um sistema mais eficiente para a refrigeração da bateria.

Tabela 1 – Tipos de resfriamento dos principais modelos de EVs

Tipo de Resfriamento	SGTB	Meio refrigerante	Modelo de Veículo
Ativo	Cabine de Ar	Ar	Toyota Mirai
Ativo	Cabine de Ar	Ar	Toyota Prius (LE / L ECO / XLE / Limited)
Ativo	Cabine de Ar	Ar	Toyota Prius (LE AWD / XLE AWD)

Ativo	Ciclo secundário líquido	Refrigerante Líquido	Porsche Taycan
Ativo	Ciclo secundário líquido	N/A	Jaguar I Pace
Ativo	Direta com refrigerante em duas fases	R134a	BMW i3
Ativo	Ciclo secundário líquido	Água e etilenoglicol	Chevrolet Bolt
Ativo	Direta com refrigerante em duas fases	R134a	BMW i8
Ativo	Ciclo secundário líquido	N/A	Audi E-Tron 55
Ativo	Ciclo secundário líquido	N/A	Volkswagen ID.3
Ativo	Ciclo secundário líquido	Água e etilenoglicol	Tesla Model 3 Standard
Ativo	Ciclo secundário líquido	Água e etilenoglicol	Tesla Model S
Ativo	Ciclo secundário líquido	Água e etilenoglicol	Tesla Model X
Ativo	Ciclo secundário líquido	Água	Geometry A [几何 A] (Geely)
Ativo e Passivo	Ciclo secundário líquido	Água e etilenoglicol	Hyundai Kona Electric
Ativo	Cabine de Ar	Ar	Hyundai IONIQ Plug-in Hybrid
Ativo	Cabine de Ar	Ar	Hyundai IONIQ Electric
Ativo	Cabine de Ar	Ar	Hyundai IONIQ Hybrid
Ativo e Passivo	Ciclo secundário líquido	Água e etilenoglicol	Kia Niro EV
Ativo e Passivo	Ciclo secundário líquido	Água e etilenoglicol	Kia Niro PHEV

Ativo e Passivo	Ciclo secundário líquido	Água e etilenoglicol	Kia Soul EV
Ativo	Ciclo secundário líquido	N/A	R1T Rivian
Ativo	Ciclo secundário líquido	N/A	R1S Rivian
Passivo	Ar passivo	Ar	Nissan Leaf
Ativo	Ciclo secundário líquido	Água e etilenoglicol	GM Volt
Ativo	Ciclo secundário líquido		GM Bolt
Passivo	Ar passivo	Ar	Renault ZOE
Passivo	Ar passivo	Ar	Renault New ZOE
Passivo	Ar passivo	Ar	Renault Twizy
Passivo	Ar passivo	Ar	Renault Kangoo Z.E. 33
Ativo	Ciclo secundário líquido	Água, óleo mineral, etilenoglicol, nanofluido (nanofluido de SiO ₂ e água, nanofluido de CuO e água, Al ₂ O ₃ e glicol	BYD 秦 Pro EV500
Ativo	Ciclo secundário líquido	N/A	Baic Bjev EU5 R550
Ativo	N/A	Água	Daimler Mercedes EQC
Ativo	Ciclo secundário líquido	Mistura de água e glicol	Daimler A-Class E-CELL.
Ativo	Ciclo secundário líquido	N/A	Ford Focus Electric
Passivo	Líquido passivo	Água	Honda Clarity PHEV
Passivo	Líquido passivo	Água	Honda Clarity Electric
Ativo	Cabine de Ar	Ar	Honda Insight

Ativo	Cabine de Ar	Ar	Toyota Highlander
Ativo	Cabine de Ar	Ar	Mitsubishi I-MiEV

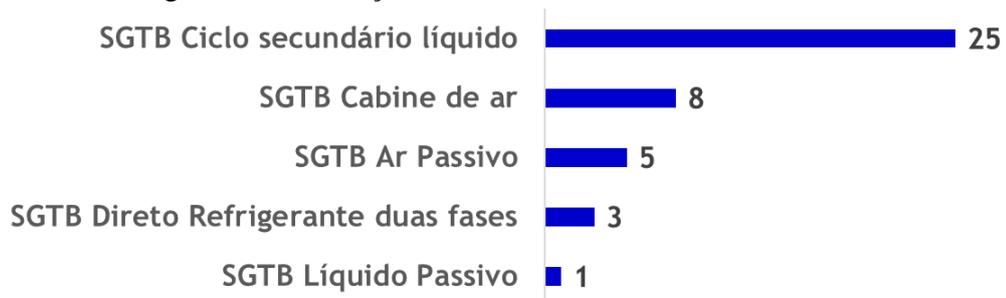
Fonte: Autor

Figura 40 – Divisão dos tipos de resfriamento dos modelos de EVs encontrados



Analisando ainda o mercado atual, dentre as soluções divulgadas e disponibilizadas, a que mais se destaca é o SGTB com ciclo secundário líquido (Figura 41), devido à maior capacidade de refrigeração que os métodos oferecem, principalmente com a demanda decorrente dos avanços nas tecnologias das baterias, que contam cada vez com densidades energéticas mais altas.

Figura 41 – Soluções encontradas em veículos elétricos



Fonte: Autor

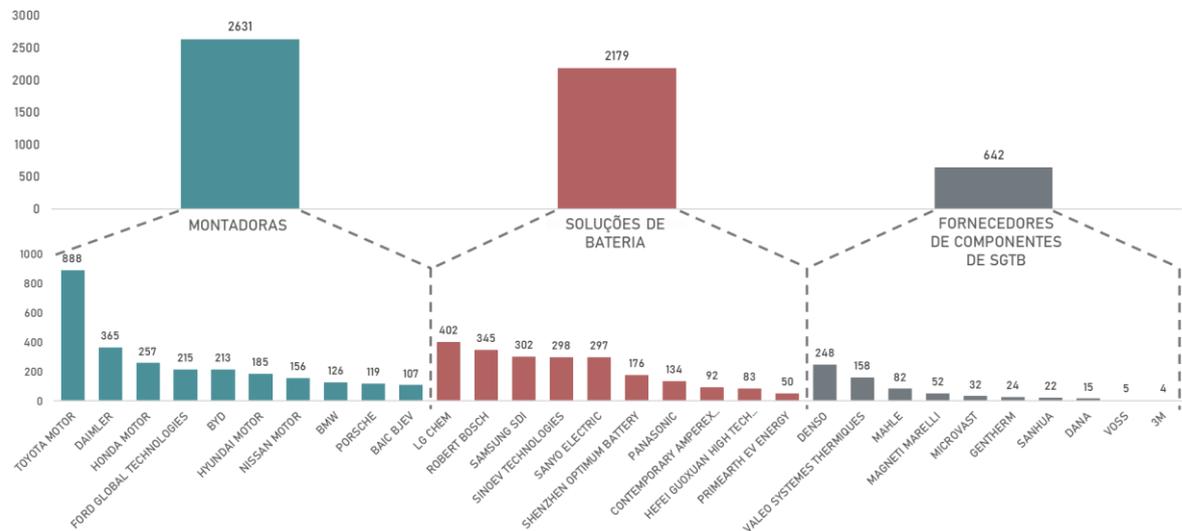
7 GERENCIAMENTO TÉRMICO DE BATERIAS – PUBLICAÇÕES PATENTÁRIAS

7.1 PRINCIPAIS LINHAS DE DESENVOLVIMENTO PATENTEADAS

Lidando com linhas de pesquisa e desenvolvimento, as propriedades intelectuais, principalmente patentes, podem se apresentar como bons indicadores, uma vez que conforme as publicações de patentes são realizadas, é possível observar tendências e possíveis alternativas disruptivas. Considerando isso, foi realizado uma pesquisa sobre patentes relacionadas à SGTB.

Após as buscas das patentes relacionadas a à SGTBs, percebe-se que a maior parte delas foram aplicadas por montadoras e empresas relacionadas com soluções de bateria, incluindo fornecedores de sistemas de gerenciamento de baterias (Figura 42). Isto pode indicar que existe uma grande preferência destas duas partes da cadeia de valor em desenvolver e integrar os SGTBs internamente, não tendo tanta dependência em fornecedores “especializados” apenas nisso.

Figura 42 – Distribuição de patentes por categorias da cadeia de valor



Fonte: Orbit Intelligence

Analisando ainda as patentes por meio de seus códigos IPCs (Códigos Internacionais de Classificação) (Figura 43), quando relacionado à refrigeração, a maior parte se refere a resfriamento, dentre eles, é possível ainda perceber que existe um foco maior para soluções envolvendo gases como meio de refrigeração, seguido de líquidos e processos especificamente com mudança de fase (PCMs principalmente). O motivo destas soluções serem as mais

populares poderia ser explicado pela maior eficiência destes sistemas, bem como o fato do ambiente onde os sistemas estão expostos ter uma tendência a ter temperaturas mais elevadas, uma vez que seu aquecimento é inevitável durante a operação.

Figura 43 – Distribuição geral de IPCs principais das patentes das nove maiores empresas patenteadoras

OBJETIVO PRINCIPAL	#	MEIO DE REFRIGERATION	#	DESCRIÇÃO	#
RESFRIAMENTO	1586	GASES	985	Fluxo forçado	450
				Gás comprimido	20
				Recirculação or curvas em U	82
				Fluxo livre por convecção	38
				Meios de guiar fluxo, como barreiras etc	160
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	123
				Associação com outros sistemas de resfriamento	112
		LIQUIDOS	461	Caracterizados por circuitos de fluxo	335
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	46
				Associação com outros sistemas de resfriamento	80
		MUDANÇA DE FASE	140	Resultados gerais	140

Fonte: Orbit Intelligence

7.2 PRINCIPAIS MONTADORAS PATENTEADORAS DE SOLUÇÕES

Dentre as diversas empresas montadoras de veículos que aparecem nos resultados da busca, as que mais se destacaram após a análise das suas patentes, por apresentarem soluções mais relevantes, são a Toyota Motors, e BYD e Porsche.

7.2.1 Toyota Motors

A montadora japonesa apresentou uma média anual de 56 publicações relacionadas a soluções de SGTBs entre 2010 e 2019 (dados obtidos após análise no Orbit Intelligence). Dentre todas as suas publicações na área (Figura 44), as patentes que apresentaram temas relacionadas ao resfriamento por meio de gases através de fluxo forçado representaram o maior foco da empresa no período, contando com mais de 241 publicações totais relacionadas a este tipo de aplicação.

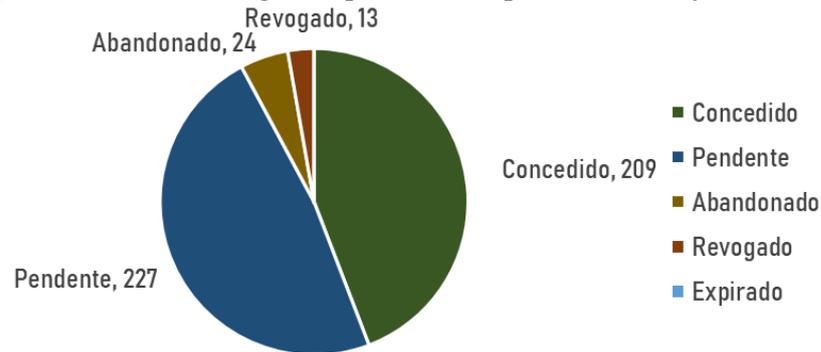
Figura 44 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da Toyota Motors

OBJETIVO PRINCIPAL	#	MEIO DE REFRIGERAÇÃO	#	DESCRIÇÃO	#
RESFRIAMENTO	375	GASES	290	Fluxo forçado	241
				Gás comprimido	5
				Recirculação ou curvas em U	17
				Fluxo livre por convecção	8
				Meios de guiar fluxo, como barreiras, etc	59
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	93
				Associação com outros sistemas de resfriamento	48
		LÍQUIDOS	50	Caracterizados por circuitos de fluxo	28
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	14
				Associação com outros sistemas de resfriamento	13
MUDANÇA DE FASE	12	Resultados gerais	12		

Fonte: Orbit Intelligence

Além do tema principal das patentes, é possível perceber também que o portfólio da empresa (Figura 45) se encontra bem ativo, com mais de 92% de todas as patentes ainda vivas (pendentes ou concedidas), reforçando assim o foco ativo da empresa mencionada anteriormente.

Figura 45 – Status Legal do portfólio de patentes da Toyota Motors



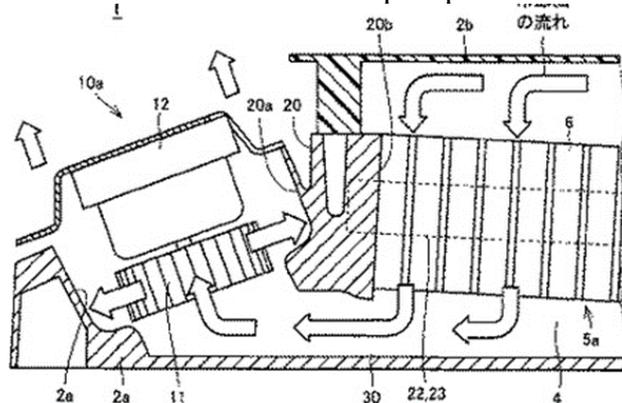
Fonte: Orbit Intelligence

Dentre as patentes publicadas, as que mais chamaram atenção foram as patentes de *battery packs*, principalmente para geometrias, demonstrando que a montadora busca soluções próprias para suas baterias.

7.2.1.1 JP2019110090

A patente JP2019110090 (YAMANAKA et al, 2017) apresenta como sua principal atividade inventiva um *battery pack* onde o módulo da bateria e o *cooler* se encontram dentro de uma mesma estrutura (Figura 46), mantendo assim uma eficiência mais constante do resfriamento pelo ventilador, até mesmo nas extremidades do módulo.

Figura 46 – Estrutura reivindicada pela patente JP2019110090

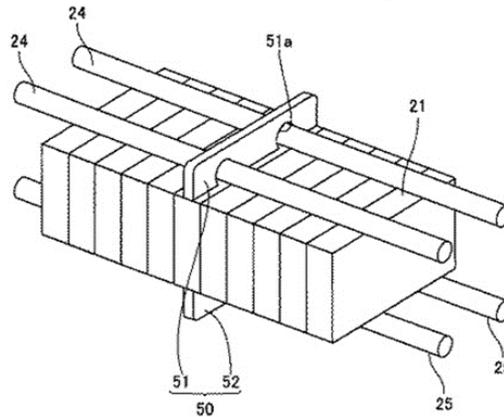


Fonte: Orbit Intelligence

7.2.1.2 JP2018113124

A patente JP2018113124 (TSUCHIYA et al., 2017) apresenta a introdução de um espaçador no *battery pack* (Figura 47), onde por meio deste é possível fazer a regulação dos espaçamentos do módulo de bateria conforme a diferença do fluxo de ar, reduzindo assim o gradiente de temperatura.

Figura 47 – Estrutura reivindicada pela patente JP2018113124



Fonte: Orbit Intelligence

7.2.2 BYD

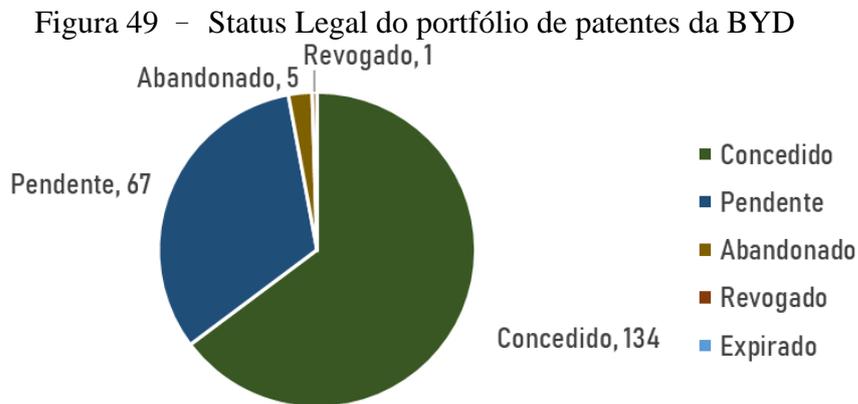
A montadora de veículos chinesa BYD apresentou uma média de 23 publicações anuais referentes ao assunto entre 2010 e 2019. Diferente da Toyota Motors, ela foca mais em soluções com líquidos, principalmente aqueles contendo circuitos especializados de fluxo (Figura 48), apresentando 42 publicações no mesmo período.

Figura 48 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da BYD

OBJETIVO PRINCIPAL	#	MEIO DE REFRIGERAÇÃO	#	DESCRIÇÃO	#
RESFRIAMENTO	151	GASES	35	Fluxo forçado	16
				Gás comprimido	5
				Recirculação ou curvas em U	1
				Fluxo livre por convecção	3
				Meios de guiar fluxo, como barreiras, etc	3
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	0
				Associação com outros sistemas de resfriamento	12
		LÍQUIDOS	64	Caracterizados por circuitos de fluxo	42
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	3
				Associação com outros sistemas de resfriamento	20
MUDANÇA DE FASE	10	Resultados gerais	10		

Fonte: Orbit Intelligence

Assim como a Toyota, a BYD apresenta um portfólio ativo (Figura 49), com mais de 97% das patentes ainda vivas, também reforçando o foco ativo nas soluções com líquidos refrigerantes apontados anteriormente.



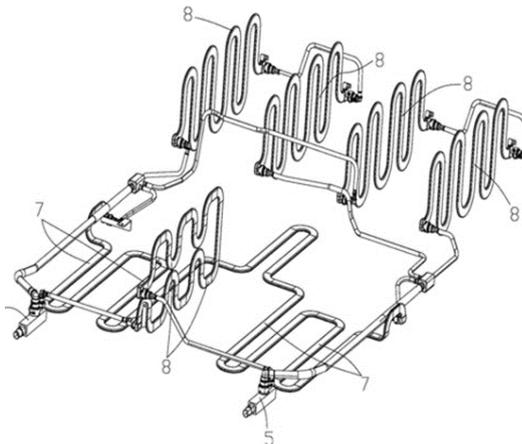
Fonte: Orbit Intelligence

O principal foco das publicações patentárias da BYD são para soluções estruturais dos meios de refrigeração, como a distribuição das tubulações e trocadores de calor.

7.2.2.1 WO2019/154083

A solução proposta pela patente WO2019/154083 (LU et al., 2019) trata de uma disposição mista (Figura 50) entre tubulações horizontais e verticais conectadas entre a entrada e saída de refrigerantes, esta configuração além de permitir uma melhor distribuição da área de contato da tubulação trocadora de calor, também possibilita a associação e resfriamento da unidade de potência do veículo.

Figura 50 – Estrutura reivindicada pela patente WO2019/154083

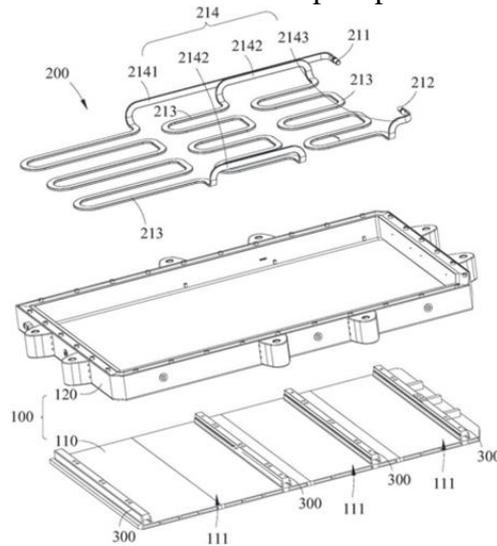


Fonte: Orbit Intelligence

7.2.2.2 CN206210984

De acordo com a solução da patente CN206210984 (CENG et al, 2017), a disposição da tubulação de refrigerante é realizada de modo que o fluxo do líquido refrigerante seja orientado para as vigas da placa de base (Figura 51), desta maneira é possível evitar que as vigas sejam abertas para a passagem de fluido, mantendo a sua integridade estrutural.

Figura 51 – Estrutura reivindicada pela patente CN206210984



Fonte: Orbit Intelligence

7.2.3 Porsche

A montadora alemã apresentou média anual de 14 invenções entre 2010 e 2019 e, similar à BYD, a Porsche demonstra um maior foco para soluções com líquidos, principalmente aqueles contendo circuitos especializados de fluxo (Figura 52), ao todo, 27 das soluções encontradas envolveram este tipo de refrigeração.

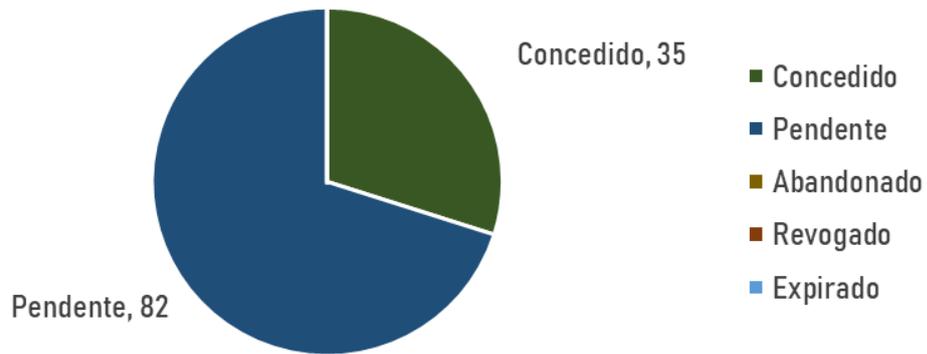
Figura 52 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da Porsche

OBJETIVO PRINCIPAL	#	MEIO DE REFRIGERAÇÃO	#	DESCRIÇÃO	#
RESFRIAMENTO	111	GASES	18	Fluxo forçado	7
				Gás comprimido	1
				Recirculação ou curvas em U	0
				Fluxo livre por convecção	1
				Meios de guiar fluxo, como barreiras, etc	5
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	2
		Associação com outros sistemas de resfriamento	3		
		LÍQUIDOS	48	Caracterizados por circuitos de fluxo	27
		Associação com resfriamento de unidades de propulsão	7		
		Associação com outros sistemas de resfriamento	5		
MUDANÇA DE FASE	8	Resultados gerais	8		

Fonte: Orbit Intelligence

Quando observado o status legal das patentes (Figura 53), todas as patentes da empresa relacionadas ao tema de SGTB se encontram vivas, grande parte delas pendentes aguardando resposta das análises sobre suas reivindicações.

Figura 53 – Status Legal do portfólio de patentes da BYD



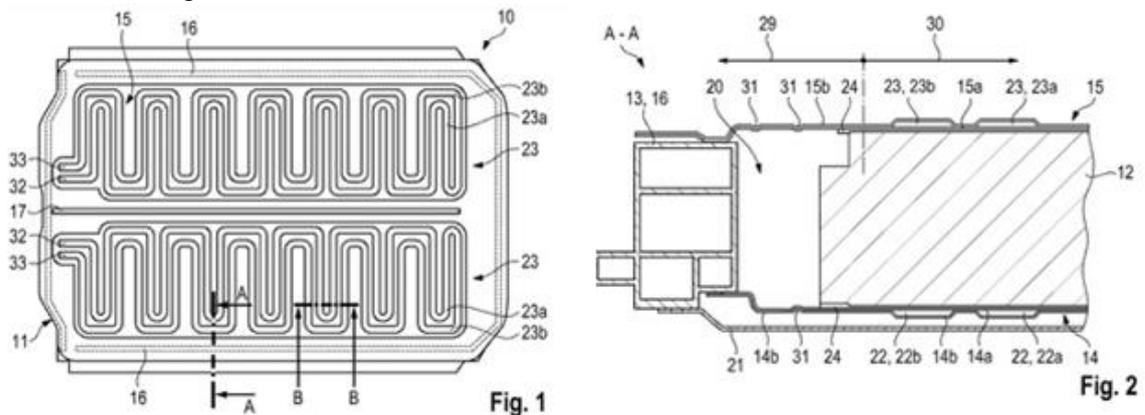
Fonte: Orbit Intelligence

Dentre as soluções patenteadas pela Porsche, as mais proeminentes foram referentes à estrutura da placa de arrefecimento da base do *battery pack* do veículo.

7.2.3.1 US20190173139

A patente US20190173139 (KELLNER et al, 2020) propõe a disposição de múltiplos dutos refrigerantes na base de arrefecimento da estrutura do módulo de bateria (Figura 54), deste modo, a absorção de calor se distribui pela pluralidade de dutos refrigerantes, aumentando a uniformidade de temperatura do módulo.

Figura 54 – Estrutura reivindicada pela patente US20190173139

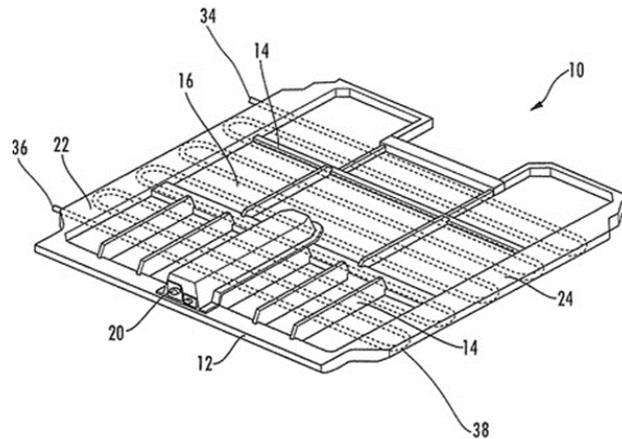


Fonte: Orbit Intelligence

7.2.3.2 US10131247

A patente US10131247 (BERGER; BIENERT, 2018) reivindica a adição de estruturas de reforço para a placa de arrefecimento da base do módulo de bateria (Figura 55), desta maneira a confiabilidade mecânica da estrutura que suporta as células da bateria é aumentada.

Figura 55 – Estrutura reivindicada pela patente US10131247



Fonte: Orbit Intelligence

7.3 PRINCIPAIS EMPRESAS PATENTEADORAS RELACIONADAS COM SOLUÇÕES DE BATERIAS

Dentre as diversas empresas relacionadas com soluções de bateria que aparecem nos resultados da busca, as que mais se destacaram após a análise das suas patentes, por apresentarem soluções mais relevantes, são a LG Chem e Sinoev Industries.

7.3.1 LG Chem

A subsidiária do grupo LG, LG Chem é uma das maiores fabricantes de baterias do mundo, dentre o período de 2010 e 2019, ela publicou em média 40 patentes anualmente, sendo uma das maiores OEMs de baterias publicadoras de patentes referentes a SGTB no mundo. As suas soluções de resfriamento foram bem distribuídas entre meios líquidos e gasosos (Figura 56), porém com um foco maior em gases.

Figura 56 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da LG Chem

OBJETIVO PRINCIPAL	#	MEIO DE REFRIGERAÇÃO	#	DESCRIÇÃO	#
RESFRIAMENTO	317	GASES	95	Fluxo forçado	49
				Gás comprimido	2
				Recirculação ou curvas em U	7
				Fluxo livre por convecção	8
				Meios de guiar fluxo, como barreiras, etc	45
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	6
				Associação com outros sistemas de resfriamento	5
		LÍQUIDOS	75	Caracterizados por circuitos de fluxo	35
		Associação com resfriamento de unidades de propulsão	4		
		Associação com outros sistemas de resfriamento	4		
		MUDANÇA DE FASE	16	Resultados gerais	16

Analisando-se o status legal de seu portfólio (Figura 57), quase todas as suas patentes se encontram ativas, com mais de 98% delas concedidas ou pendentes.

Figura 57 – Status Legal do portfólio de patentes da BYD



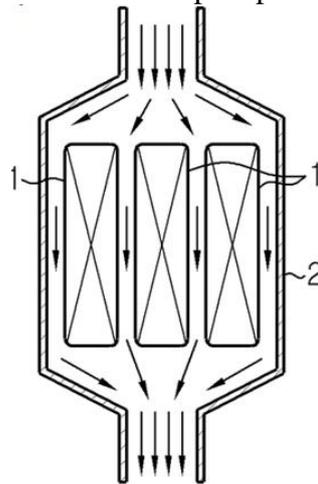
Fonte: Orbit Intelligence

As soluções patenteadas pela LG Chem são focadas na refrigeração das células individuais do *battery pack*, diferente das montadoras de veículos que focam mais na refrigeração do módulo inteiro da bateria.

7.3.1.1 KR10-2019-0109110

A patente KR10-2019-0109110 (KIM et al, 2018) propõe a disposição com um espaçamento entre as células de bateria combinado com a circulação de uma solução eletrolítica nesses espaçamentos (Figura 58), desta maneira, é possível realizar o resfriamento da bateria em nível celular, aumentando a eficiência do processo.

Figura 58 – Estrutura reivindicada pela patente KR10-2019-0109110

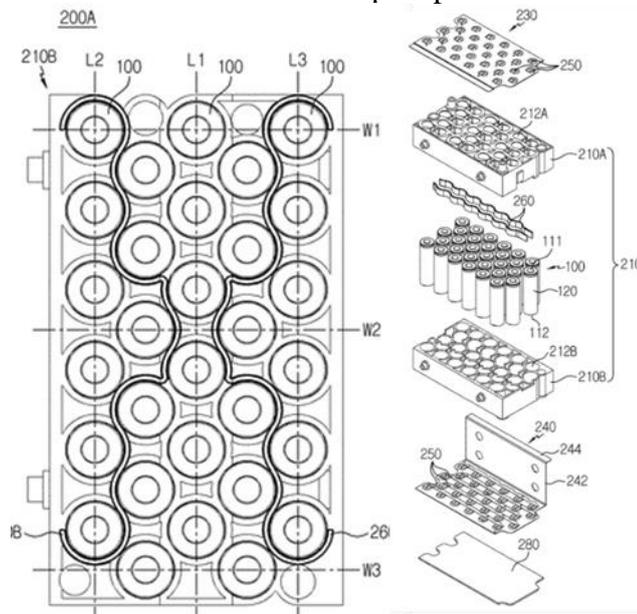


Fonte: Orbit Intelligence

7.3.1.2 US20190148681

A patente US20190148681 (PARK et al, 2020) reivindica uma estrutura com micro poros que se estende horizontalmente entre as células cilíndricas de um módulo de bateria (Figura 59), esta disposição do trocador de calor maximiza a área de contato, aumentando assim a eficiência do sistema de resfriamento.

Figura 59 – Estrutura reivindicada pela patente US20190148681



Fonte: Orbit Intelligence

7.3.2 Sinoev Technologies

A chinesa Sinoev Technologies é uma empresa relativamente nova, fundada em 2009 e focada em gerenciamento de sistemas de baterias, incluindo o gerenciamento térmico. Ela

teve volume expressivo de patentes apenas nos últimos 5 anos, contando com mais de 300 patentes publicadas neste período. Seu principal foco nas publicações relacionadas a SGTBs (Figura 60), assim como as montadoras Porsche e BYD, se referem a sistemas envolvendo meios líquidos.

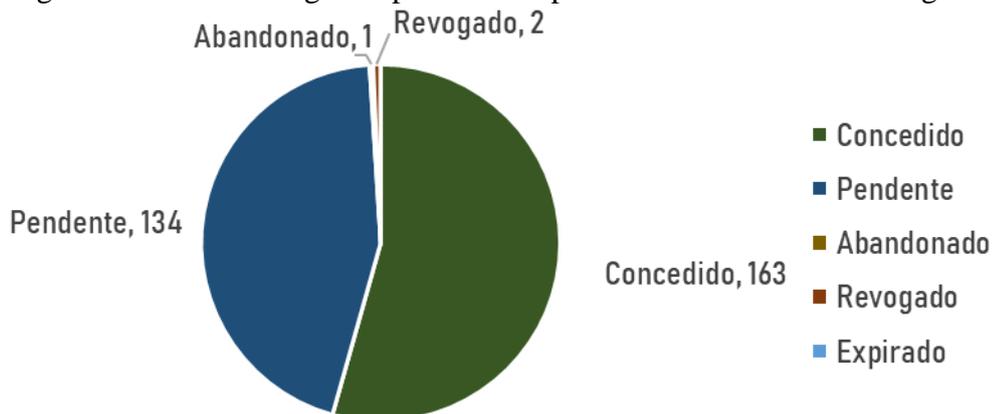
Figura 60 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da Sinoev Technologies

OBJETIVO PRINCIPAL	#	MEIO DE REFRIGERAÇÃO	#	DESCRIÇÃO	#
RESFRIAMENTO	217	GASES	17	Fluxo forçado	15
				Gás comprimido	0
				Recirculação ou curvas em U	0
				Fluxo livre por convecção	2
				Meios de guiar fluxo, como barreiras, etc	2
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	0
				Associação com outros sistemas de resfriamento	0
		LÍQUIDOS	157	Caracterizados por circuitos de fluxo	91
		Associação com resfriamento de unidades de propulsão	0		
		Associação com outros sistemas de resfriamento	0		
		MUDANÇA DE FASE	3	Resultados gerais	3

Fonte: Orbit Intelligence

O portfólio de patentes (Figura 61) da Sinoev se encontra, assim como as demais empresas analisadas, predominantemente viva, com apenas 3 patentes mortas entre as 300 relacionadas a SGTBs.

Figura 61 – Status Legal do portfólio de patentes da Sinoev Technologies

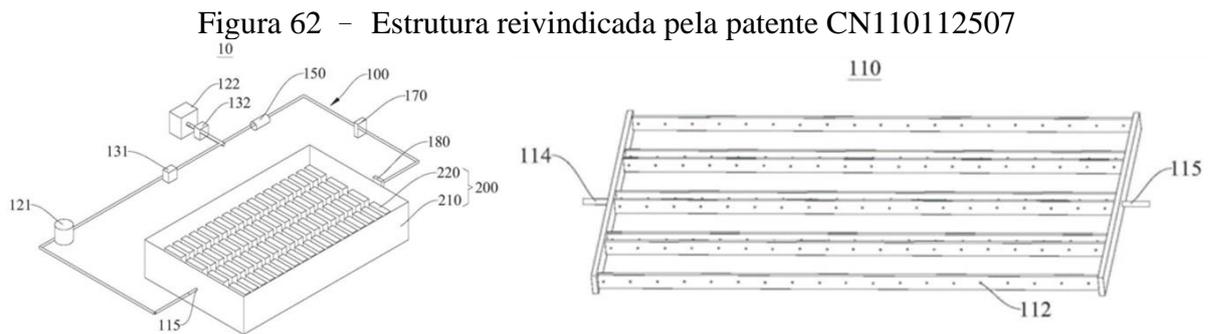


Fonte: Orbit Intelligence

As soluções patenteadas pela empresa, diferente das outras empresas analisadas anteriormente, se referem a sistemas completos de gerenciamento térmico.

7.3.2.1 CN110112507

A patente CN110112507 (Wang et al, 2020) reivindica um sistema de gerenciamento térmico com ciclo único e, adicionalmente a este, existe um espaço para acomodação de agentes extintores de fogo (Figura 62). Desta maneira, o sistema é capaz de extinguir os princípios de incêndio, sem necessitar de sistemas adicionais de grandes dimensões, caso ocorra escapamento térmico no módulo da bateria.

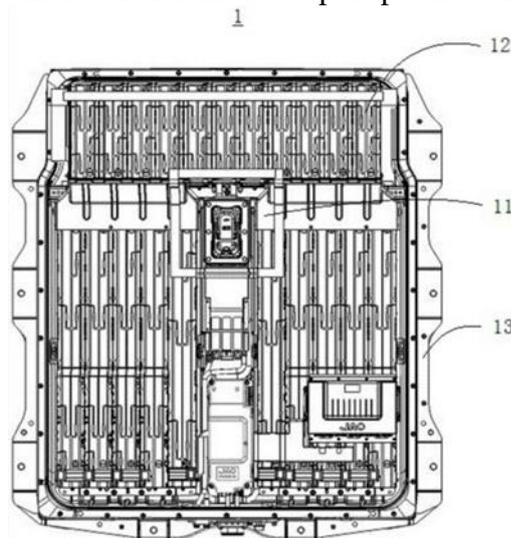


Fonte: Orbit Intelligence

7.3.2.2 CN208507896

A patente CN208507896 (Shen et al) reivindica um sistema com ciclo secundário líquido (Figura 63) que pode ser integrado junto ao sistema de ar condicionado do veículo, não necessitando assim de uma unidade adicional para seu funcionamento.

Figura 63 – Estrutura reivindicada pela patente CN208507896



Fonte: Orbit Intelligence

7.4 PRINCIPAIS EMPRESAS PATENTEADORAS RELACIONADAS COM COMPONENTES DE SGTBBT

Dentre as diversas empresas relacionadas com o fornecimento de componentes de SGTB que aparecem nos resultados da busca, as que mais se destacaram após a análise das suas patentes, por apresentarem soluções mais relevantes, são a Denso e a Valeo Industries.

7.4.1 Denso

A japonesa Denso apresentou uma média anual de 25 publicações para o período entre 2010 e 2019. Dentre os meios de refrigeração (Figura 64), o mais recorrente foi o uso de gases com fluxo forçado e também a utilização de recirculação dos gases.

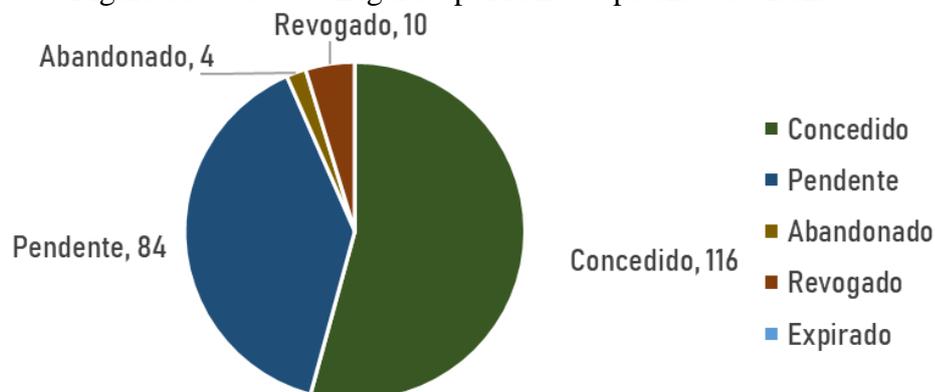
Figura 64 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da Denso

OBJETIVO PRINCIPAL	#	REFRIGERATION MEDIA	#	DESCRIÇÃO	#
RESFRIAMENTO	183	GASES	113	Fluxo forçado	87
				Gás comprimido	5
				Recirculação ou curvas em U	43
				Fluxo livre por convecção	6
				Meios de guiar fluxo, como barreiras, etc	33
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	14
		LÍQUIDOS	36	Associação com outros sistemas de resfriamento	24
				Caracterizados por circuitos de fluxo	28
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	7
		MUDANÇA DE FASE	38	Associação com outros sistemas de resfriamento	12
				Resultados gerais	38

Fonte: Orbit Intelligence

A empresa apresenta também um portfólio bem ativo, com mais de 93% das patentes relacionadas à SGTB ainda vivas (Figura 65).

Figura 65 – Status Legal do portfólio de patentes da Denso



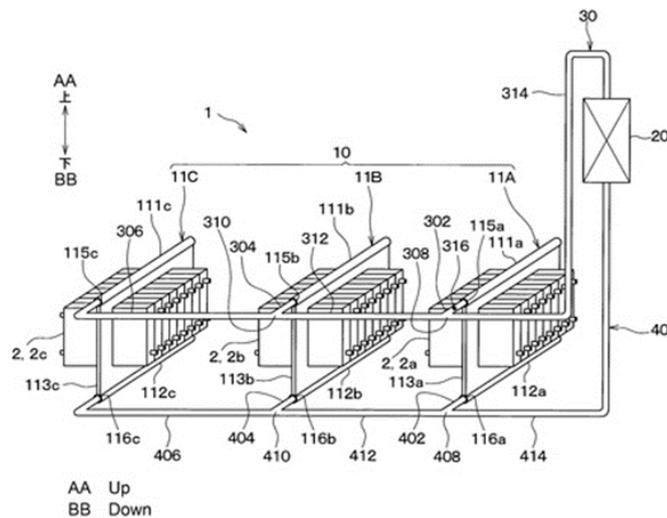
Fonte: Orbit Intelligence

Devido ao fato de a empresa ser fornecedora de componentes para SGTBs, suas patentes refletem sua posição na cadeia de valor e predominantemente são de componentes para estes tipos de sistemas.

7.4.1.1 WO2019/087800

A patente WO2019/087800 (MIURA et al, 2018) reivindica um equipamento para resfriamento de bateria cuja configuração dos caminhos de fluxo de refrigerante/líquido hidráulico é interligada e de geometria anular (Figura 66), diminuindo assim a diferença de pressão que ocorre durante o fluxo do fluido.

Figura 66 – Estrutura reivindicada pela patente WO2019/087800

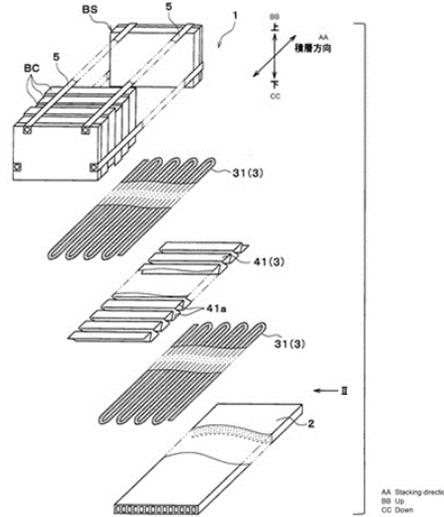


Fonte: Orbit Intelligence

7.4.1.2 WO2019/155683

A patente WO2019/155683 (OMI et al, 2018) propõe o uso de um trocador de calor acoplado à bateria com uma camada intermediária com ranhuras possibilitando a sua acomodação (Figura 67), desta maneira é possível corrigir eventuais endentações causadas pelos materiais adesivos

Figura 67 – Estrutura reivindicada pela patente WO2019/155683



Fonte: Orbit Intelligence

7.4.2 Valeo

Assim como a Denso, a Valeo faz parte dos fornecedores de componentes para as soluções de SGTB. Sua média de publicação anual foi de 14 invenções entre 2010 e 2019 e compreenderam principalmente soluções relacionadas a refrigerantes líquidos e refrigerantes com mudança de fase (Figura 68).

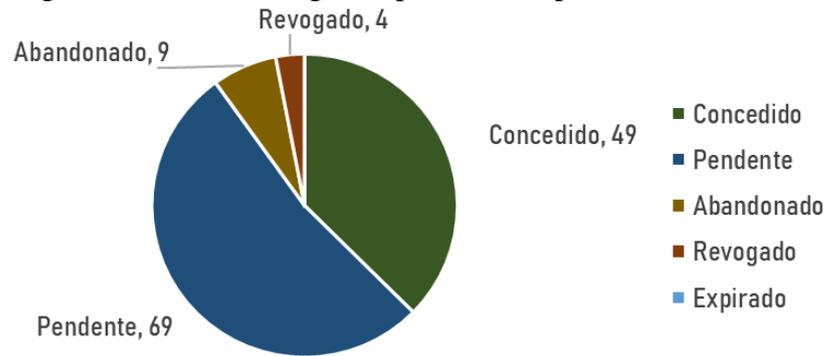
Figura 68 – Distribuição de IPCs das patentes de SGTB da Valeo

OBJETIVO PRINCIPAL	#	MEIO DE REFRIGERAÇÃO	#	DESCRIÇÃO	#
RESFRIAMENTO	121	GASES	22	Fluxo forçado	15
				Gás comprimido	2
				Recirculação ou curvas em U	7
				Fluxo livre por convecção	2
				Meios de guiar fluxo, como barreiras, etc	1
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	8
				Associação com outros sistemas de resfriamento	11
		LÍQUIDOS	61	Caracterizados por circuitos de fluxo	36
				Associação com resfriamento de unidades de propulsão	10
				Associação com outros sistemas de resfriamento	15
		MUDANÇA DE FASE	30	Resultados gerais	30

Fonte: Orbit Intelligence

Apesar da empresa possuir o portfólio (Figura 69) com a proporção de patentes mortas mais elevada dentre as empresas destacadas, 92% de suas patentes relacionadas a soluções de SGTB se encontram vivas, reforçando assim como nas demais empresas o que suas pesquisas se encontram majoritariamente ativas.

Figura 69 – Status Legal do portfólio de patentes da Valeo



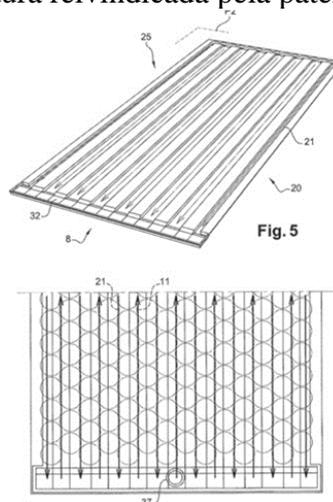
Fonte: Orbit Intelligence

Em relação ao seu portfólio de patentes, a Valeo apresenta também predominantemente patentes relacionadas a componentes de sistemas de SGTB.

7.4.2.1 WO2019/180385

A patente WO2019/180385 (LECHAT et al, 2019) reivindica uma placa de arrefecimento (Figura 70) com dois canais de fluido que se comunicam, mas possuem direções de fluxo opostas, esta disposição permite que a distribuição de temperatura seja mais uniforme, aumentando a eficiência da troca de calor.

Figura 70 – Estrutura reivindicada pela patente WO2019/155683



Fonte: Orbit Intelligence

8 CONCLUSÕES

Aplicando-se a metodologia descrita no início deste trabalho, foi possível estabelecer um panorama geral sobre as tecnologias sendo desenvolvidas, já existentes e até mesmo aquelas já sendo empregadas dentro do mercado. A partir destas análises é possível também observar os cursos e linhas que as principais empresas dentro de cada nível da cadeia de valor estão atuando.

Conforme observado durante a realização do estudo, o gerenciamento térmico dos sistemas de baterias é uma área altamente ampla, contando com diversas abordagens para a solução de problemas semelhantes. É possível perceber que os estudos e números de publicações científicas e de patentes se encontram em ritmos crescentes relativamente acentuados, sendo que grande parte das publicações das principais patenteadoras se encontram atualmente vivas, indicando linhas de pesquisa ativas e aquecidas.

Dentre as diversas formas de se realizar o gerenciamento térmico das baterias, quando observado as práticas dentro do mercado, constatam-se também várias soluções sendo utilizadas, dentre as quais mais se destacam as soluções ativas, principalmente aquelas que envolvem ciclos secundários líquidos, provavelmente devido à sua eficiência e versatilidade, sendo atrativo mesmo com desvantagens como a sua maior complexidade.

Em termos de pesquisa e desenvolvimento, mais especificamente publicações patentárias, é observado que existe uma maior concentração de patentes entre montadoras de veículos e empresas envolvidas com soluções de baterias, demonstrando uma provável menor dependência em empresas que atuam especificamente fornecendo soluções em SGTBs.

Tratando-se ainda de patentes, percebeu-se também a tendência de empresas focarem mais em um tipo de meio de refrigeração, sendo o caso para grande parte das empresas. Entretanto, casos com o da LG Chem também são perceptíveis, provavelmente devido à posição que esta ocupa na cadeia de valor, sendo uma fornecedora de células e módulos de baterias, necessitando ter uma maior versatilidade para atender às demandas de seus clientes.

Apesar de já existirem inúmeros métodos e estudos sobre o assunto, é notório que as tecnologias atualmente existentes ainda não atendem por completo todos os requisitos demandados, porém, com a presença de grandes quantidades de pesquisas na área, novas possibilidades são descobertas a todo instante.

REFERÊNCIAS

- ALBESCU, Felicia; PUGNA, Irina; PARASCHIV, Dorel. **Business & Competitive Intelligence: the ultimate use of Information Technologies in Strategic Management**. [S.L.], p. 1-10. 2008.
- ARAUJO, Ítalo Bertoncini de. **Method for competitive Intelligence Analysis and Technology Landscape by Passive Information Sources**. 2020. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
- ARORA, Shashank. Selection of thermal management system for modular battery packs of electric vehicles: a review of existing and emerging technologies. **Journal Of Power Sources**. [S.L.], p. 621-640. 1 out. 2018.
- BERGER, Dennis; BIENERT, Reyk. **Underbody unit for a motor vehicle**. Depositante: Porsche. US n. US10131247. Depósito: 22 jul. 2015. Concessão: 20 nov. 2018.
- BIZZARRI, Alessandro. Thermal management for batteries in E-mobility applications. [S.L.], **Power Electronics**, 2018. Color.
- BUCHMANN, Isidor. **Batteries in a Portable World: - a handbook on rechargeable batteries for non-engineers**. 4. ed. [S. L.]: Cadex Electronics Inc., 2017.
- CENG, Yi; ZHENG, Weixin; ZHU, Jianhua; ZHU, Yan. **Power battery collet and power battery module**. Depositante: Byd. CN n. CN206210984. Depósito: 18 nov. 2016. Concessão: 31 maio 2017.
- Electricity: The Voltaic Pile**. The Voltaic Pile. Elaborada por Massachusetts Intitute of Technology. Disponível em: <https://libraries.mit.edu/collections/vail-collection/topics/electricity/the-voltaic-pile/>. Acesso em: 15 jun. 2021.
- Electrification and Decarbonisation**. 2020. Enerdata. Disponível em: <https://www.enerdata.net/publications/executive-briefing/world-electrification-decarbonisation.html>. Acesso em: 14 jun. 2021.
- Gaston Planté**: French physicist. French physicist. 1998. Elaborada por Britannica. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Gaston-Plante>. Acesso em: 14 jun. 2021.
- Global EV Outlook 2021**. 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>. Acesso em: 14 jun. 2021.
- GOVOREANU, Alexandru et al. **Competitive intelligence. Studies in Business and Economics**, 2010, v. 5, p. 101–107.
- HERRING, Jan P. The Role of Intelligence in Formulating Strategy. **Journal of Business Strategy**, 1992, 13(5), 54–60.

HUML, Raymond A. **Introduction to Competitive Intelligence. Pharmaceutical Competitive Intelligence for the Regulatory Affairs Professional**, 2012, p. 1–38.

KAHANER, Larry. **The Basics of Competitive Intelligence**, 1996. p. 8-10.

KELLNER, Philipp; BOHLIEN, Jens; BIENERT, Reyk; SCHAFER, Bernd; ZACHER, Marcus. **Motor vehicle battery**. Depositante: Porsche. US n. US20190173139. Depósito: 25 out. 2018. Concessão: 11 ago. 2020.

KIM, Jaewan *et al.* Review on battery thermal management system for electric vehicles. **Applied Thermal Engineering**. [S.L.], p. 192-212. fev. 2019.

KIM, Kwang-Min; KIM, Byun-Sup; HONG, Sung-Gi; HA, Jong-Soo. **Battery cell assembly having improved cooling efficiency**. Depositante: Lg Chem. KR n. KR10-2019-0109110. Depósito: 16 mar. 2018.

LECHAT, Yvan; QUEINNEC, Jean-Yves; MULLER, Jean Damien; BUSSON, François. **Cooling system for motor vehicle battery cells**. Depositante: Valeo Systemes Thermiques. WO n. WO2019/180385. Depósito: 21 mar. 2019.

LU, Lia *et al.* **Liquid cooling pipeline and power supply apparatus**. Depositante: Byd. WO n. WO2019/154083. Depósito: 23 jan. 2019. Concessão: 15 ago. 2019.

MIURA, Koji; OMI, Yasumitsu; YOSHINORI, Takeshi; TAKEUCHI, Masayuki. **Equipment temperature control device**. Depositante: Denso. WO n. WO2019/087800. Depósito: 18 out. 2018.

OBERTHÜR, Sebastian; PALLEMAERTS, Marc. **The new Climate Policies of the European Union: internal legislation and climate diplomacy**. [S.L.]: Vub Press, 2010.
Projected global battery demand from 2020 to 2030, by application. 2021. STATISTA. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1103218/global-battery-demand-forecast/>. Acesso em: 24 jul. 2021.

OMI, Yasumitsu; TAKEUCHI, Masayuki; YOSHINORI, Takeshi; MIURA, Koji; INOUE, Seiji. **Heat-exchange apparatus**. Depositante: Denso. WO n. WO2019/155683. Depósito: 10 out. 2018.

PARK, Ji-Soo; YANG, Jin-Oh; YOON, Seog-Jin. **Battery module having heat pipe and battery pack including the same**. Depositante: Lg Energy Solutions. US n. US20190148681. Depósito: 10 out. 2018. Concessão: 20 nov. 2020.

PROFESSIONALS, Society Of Competitive Intelligence. **CI**. 2022. Disponível em: <https://www.scip.org/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

PROJECTED global battery demand from 2020 to 2030, by application. 2021. STATISTA. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1103218/global-battery-demand-forecast/>. Acesso em: 24 jul. 2021.

SCHUMM, Brooke. **Battery**: development of batteries. Development of batteries. Disponível em: <https://www.britannica.com/technology/battery-electronics/Development-of-batteries>. Acesso em: 15 jun. 2021.

SHEN, Lei; LI, Delian; YUAN, Chengchao; ZHOU, Peng. **Battery heat managing system , battery and car**. Depositante: Sinoev Technologies. CN n. CN208507896. Depósito: 27 ago. 2018. Concessão: 15 fev. 2019.

Society of Competitive Intelligence Professionals. 2022. Disponível em: <https://www.scip.org/>

The Composition of EV Batteries: Cells? Modules? Packs? Let's Understand Properly!. Cells? Modules? Packs? Let's Understand Properly!. 2017. Disponível em: <https://www.samsungdi.com/column/all/detail/54344.html?pageIndex=1&idx=54344&rdCode=&listType=list>. Acesso em: 14 jun. 2021.

TSUCHIYA, Takenori *et al.* **Battery pack**. Depositante: Toyota Motor. JP n. JP2018113124. Depósito: 17 jan. 2017.

VISHNOI, Tripti Rastogi. **Competitive Intelligence (CI): the game changer**. The Game Changer. 2016. Disponível em: <https://www.sganalytics.com/blog/competitive-intelligence-ci-game-changer/>. Acesso em: 14 jun. 2021.

WANG, Qian *et al.* A Critical Review of Thermal Management Models and Solutions of Lithium-ion Batteries for the Development of Pure Electric Vehicles. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**. [S.L.], p. 106-128. 08 jun. 2021.

WANG, Xiushan; YUAN, Chengchao; LAO, Li; MA, Junfeng; WANG, Yang; ZHOU, Peng. **Thermal management device, power supply system, and thermal management method**. Depositante: Sinoev Technologies. CN n. CN110112507. Depósito: 23 maio 2019. Concessão: 12 fev. 2021.

YAMANAKA, Atsushi *et al.* **Battery pack**. Depositante: Toyota Motor. JP n. JP6939511 B2. Depósito: 20 dez. 2017. Concessão: 22 set. 2021.