

Transform - Obtenção de energia elétrica a partir do EGR Cooler utilizando circuito térmico

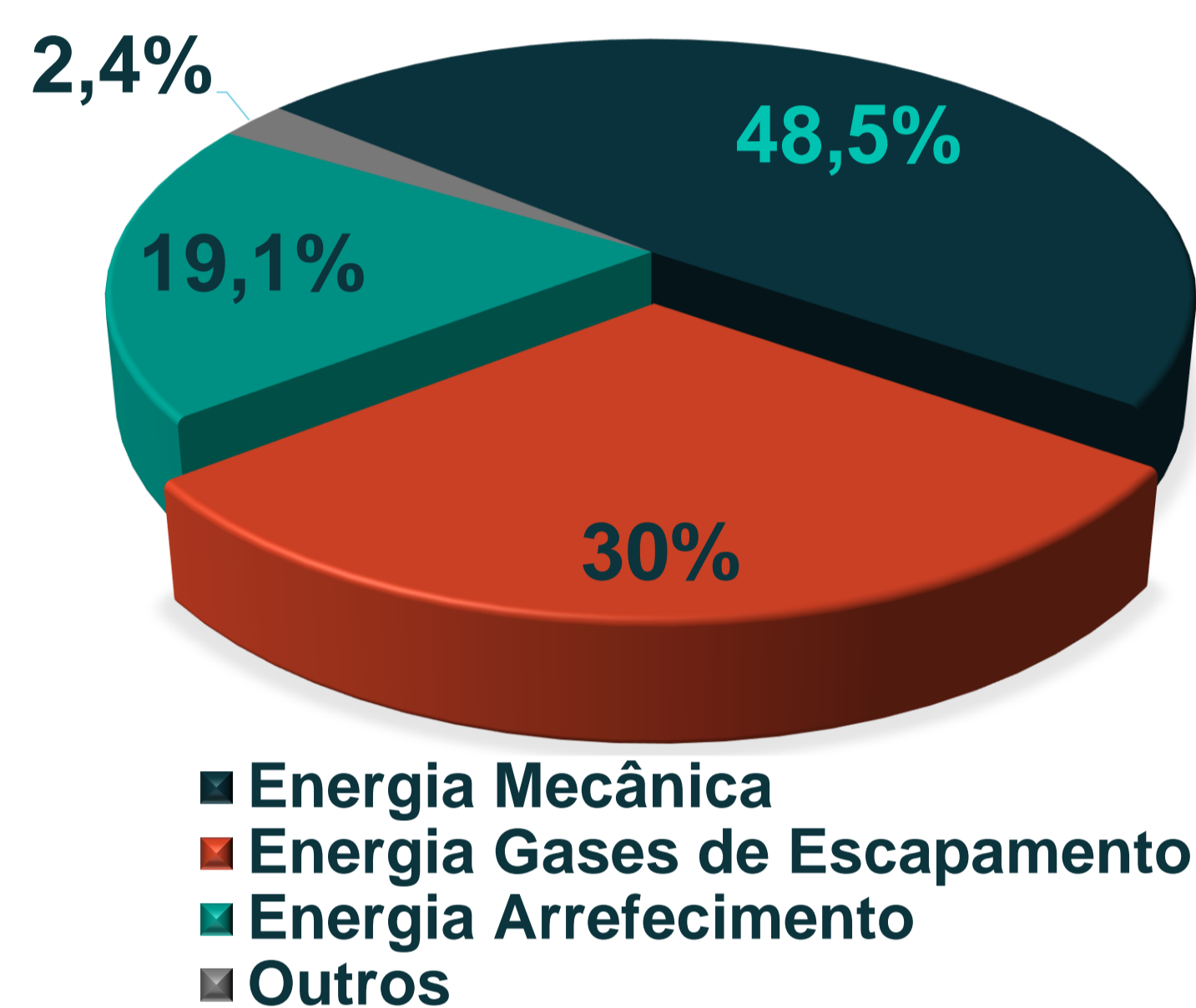
Alunos: Luciano C. E. Heringer, Giancarlo Bueno, Julia Jachuk, Daniel M. Garcia, Robson R.A. Junior, Andrey M. C. Da Silva, Nicolas V. Giorgio, Mateus M. P. Da Silva

Orientador: Cleber Willian Gomes

O PROBLEMA:

A baixa eficiência térmica dos motores a combustão. Onde cerca de 30% de toda a energia gerada pelo motor diesel em caminhões pesados é dissipada em forma de calor nos gases de escape sem gerar potência, ou seja, é desperdiçada. Adicionalmente, o setor de transporte de carga rodoviário enfrenta dificuldades, tais como o aumento do preço do combustível e legislações de emissões de poluentes cada vez mais restritas.

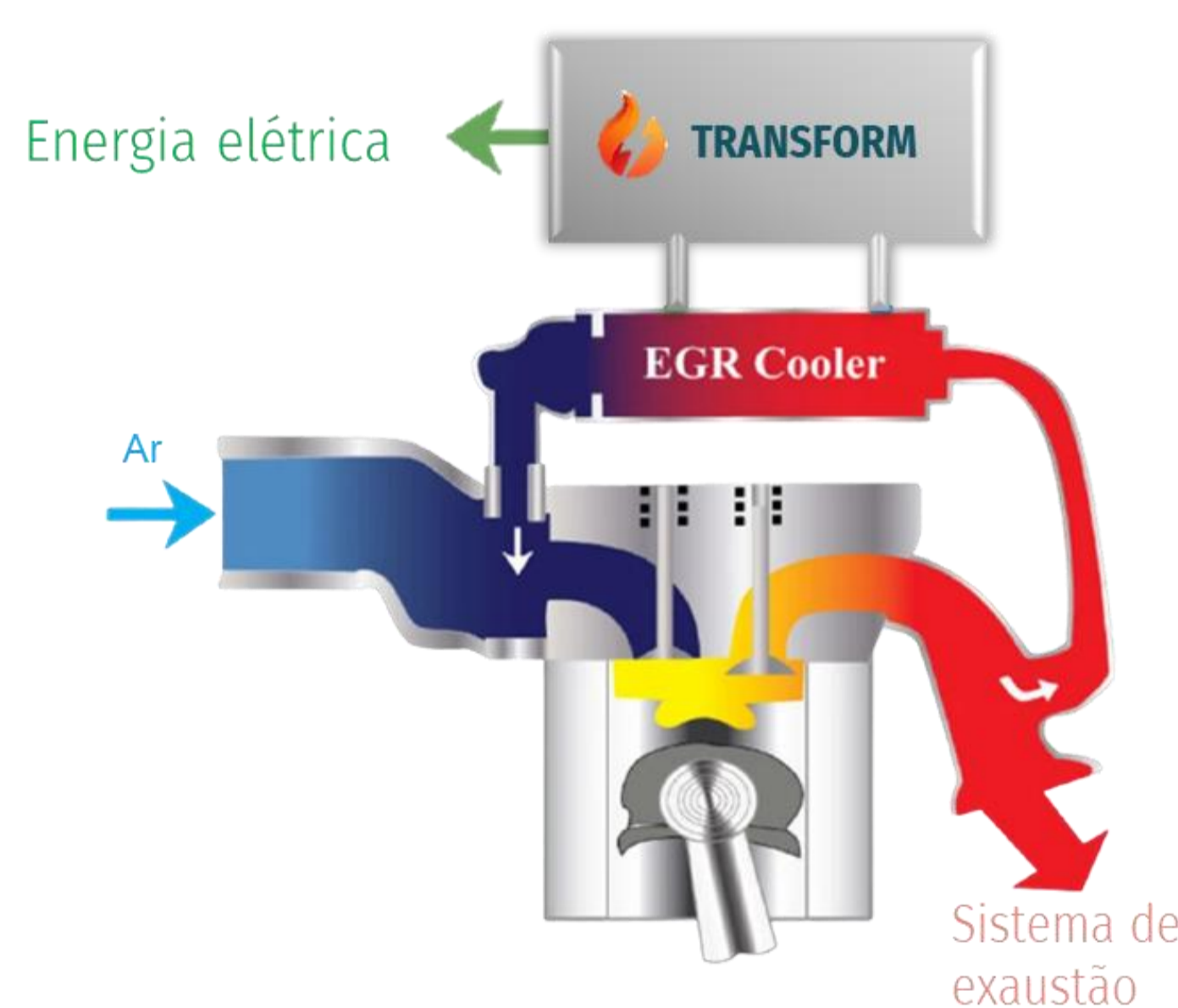
Distribuição energética do motor (Diesel) [%]



A PROPOSTA:

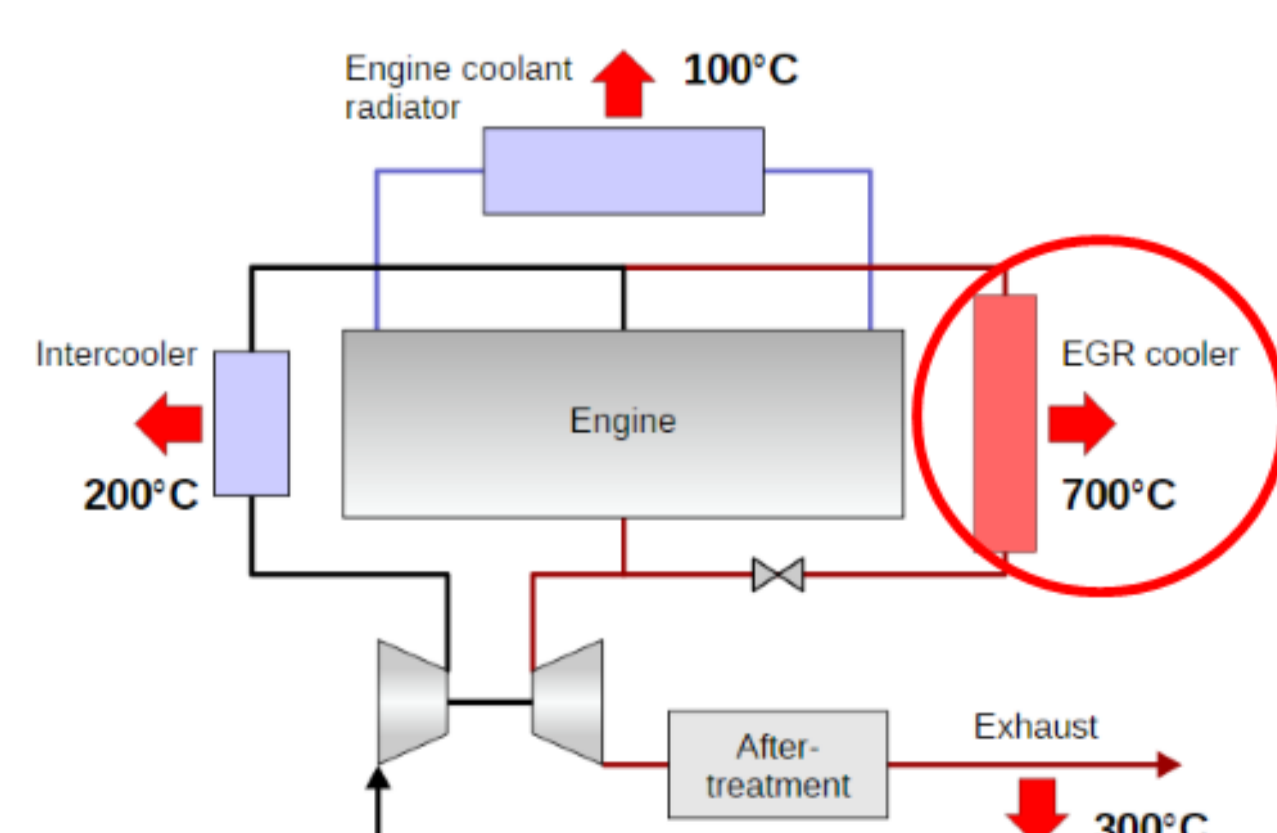
Transformar maior parcela da energia dissipada na etapa de resfriamento dos gases de escape (EGR Cooler) em energia elétrica.

Recebe esse nome pois o dispositivo tem como estratégia direcionar uma parcela (20 a 30%) dos gases de exaustão, conduzindo-os de volta para a câmara de combustão, tendo como resultado final uma significativa redução na liberação do óxido de nitrogênio (NOx).



A proposta é transformar o calor rejeitado pelo sistema EGR Cooler (componente do sistema onde ocorre resfriamento dos gases de escape devido às elevadas temperaturas que giram em torno de 500 a 650C antes de serem redirecionados para a admissão)

em energia elétrica através da implementação de um circuito térmico baseado no ciclo térmico para alimentar outros sistemas do veículo que consomem potência do motor.



PROCEDIMENTO E TÉCNICAS USADOS:

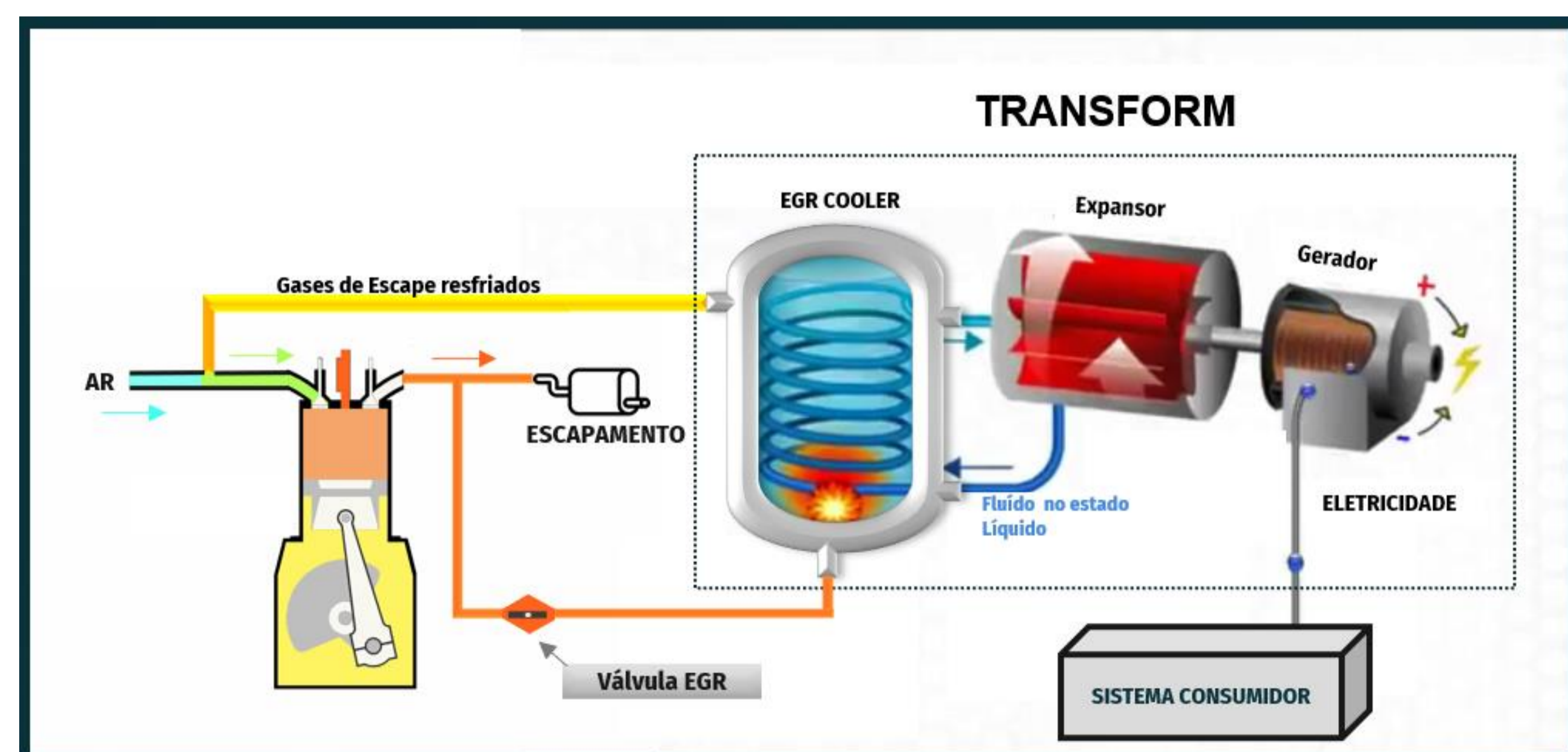
Através do mapeamento das áreas do motor que proporcionam um maior potencial de recuperação de energia térmica, determinou-se que o sistema de reaproveitamento de energia seria instalado no EGR Cooler, pois essa região possui maior gradiente de temperatura quando comparado aos outros componentes do motor.

A utilização das ferramentas Benchmarking e Matriz de Decisão foram importantes para selecionar o ciclo térmico mais adequado para a solução proposta, o Sistema Rankine Orgânico. Um sistema de reaproveitamento orgânico operando no Ciclo Térmico para alimentar um gerador de corrente elétrica através da refrigeração por absorção de vapores, no qual um fluido secundário ou absorvente na fase líquida é responsável por absorver o calor do fluido primário ou refrigerante, na forma de vapor.

MATRIZ DE DECISÃO

Critério	Relevância	Sistema Rankine Orgânico instalado na EGR	Sistema Rankine a Vapor instalado na EGR	Ciclo de Energia por Absorção	Pastilha Peltier (Efeito Seebeck)
Complexibilidade do projeto	5%	3	3	4	1
Peso	10%	3	2	2	4
Custo de Implementação	10%	3	2	2	1
Espaço Disponível	15%	3	3	2	2
Custo de Operação	25%	3	3	2	2
Potência Oferecida	35%	3	2	3	4
Total	100%	3	2,45	2,45	2,75

A ilustração do Storyboard facilitou a compreensão do funcionamento do sistema de forma macro, onde os gases de escape são direcionados ao sistema EGR, que por sua vez fornecem calor ao trocador de calor, mais precisamente o EGR Cooler, onde percorre um fluido, que entra no trocador em estado líquido e sai em estado gasoso, onde ingressa em um expansor gerando rotação que será transmitida a um gerador onde por sua vez, obtém-se energia elétrica. Conforme demonstra imagem abaixo:



Para mais informações e para ver nosso trabalho na íntegra, acesso o site: <https://codemasters92.wixsite.com/projetotransform>

Transform - Obtenção de energia elétrica a partir do EGR Cooler utilizando circuito térmico

Alunos: Luciano C. E. Heringer, Giancarlo Bueno, Julia Jachuk, Daniel M. Garcia, Robson R.A. Junior, Andrey M. C. Da Silva, Nicolas V. Giorgio, Mateus M. P. Da Silva

Orientador: Cleber Willian Gomes

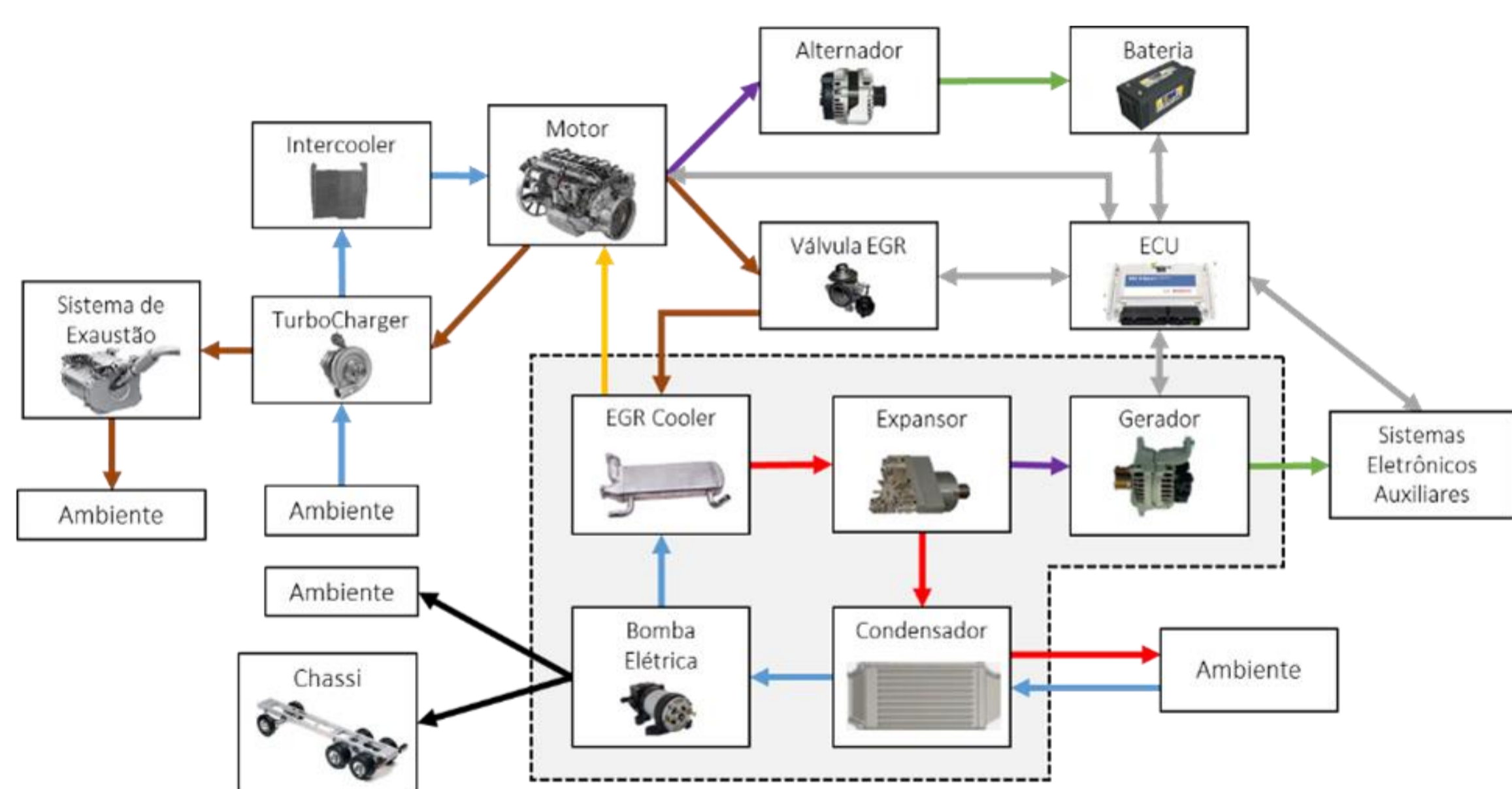
PROCEDIMENTO E TÉCNICAS USADOS:

O Boundary Diagram e Análise de Valor determinaram a função de cada componente e a respectiva classificação (função primária ou secundária), permitindo validar a principal função do sistema, gerar energia, mas também possíveis impactos indesejados, como o ruído excessivo da turbina e bomba.

Na Engenharia Reversa cada componente do sistema foi analisado individualmente, selecionando o material, metodologia de fabricação, peso e fabricante, projetando as principais dificuldades relacionadas a concepção e compra dos componentes.

Utilizando os dados coletados na Análise de Valor, elaborou-se o Fluxograma Fast, com as funções executadas pelos componentes à partir da entrada de atividade, passando pelo "coração do reaproveitamento de energia do sistema de recirculação, seguindo a linha de fluxo principal que resulta em geração de energia elétrica.

Com o Fluxograma e o Boundary Diagram foi possível construir o P-Diagram para identificar tudo o que influenciaria no desenvolvimento do projeto, como os parâmetros de entrada e saída do sistema, assim como fatores controláveis e não controláveis do projeto, ou seja, uma visão macro dos problemas que podem acontecer e os principais modos de falha presentes no FMEA.



● Gases de escape Quente ● Calor da Fonte Quente ● Energia Elétrica ● Fluxo de Informações
● Gases de escape Frio ● Calor da Fonte Fria ● Energia Mecânica ● Ruídos e Vibrações

O D-FMEA reúne as informações das ferramentas anteriores, onde retiramos do fluxograma FAST, as funções; do P-DIAGRAM, os modos de falha e da ENGENHARIA REVERSA, o processo de fabricação que poderão justificar as causas. Para evidenciar os componentes que possuem índice mais elevado de falha, por esse motivo foram propostas ações preventivas para reduzir o risco de falha.

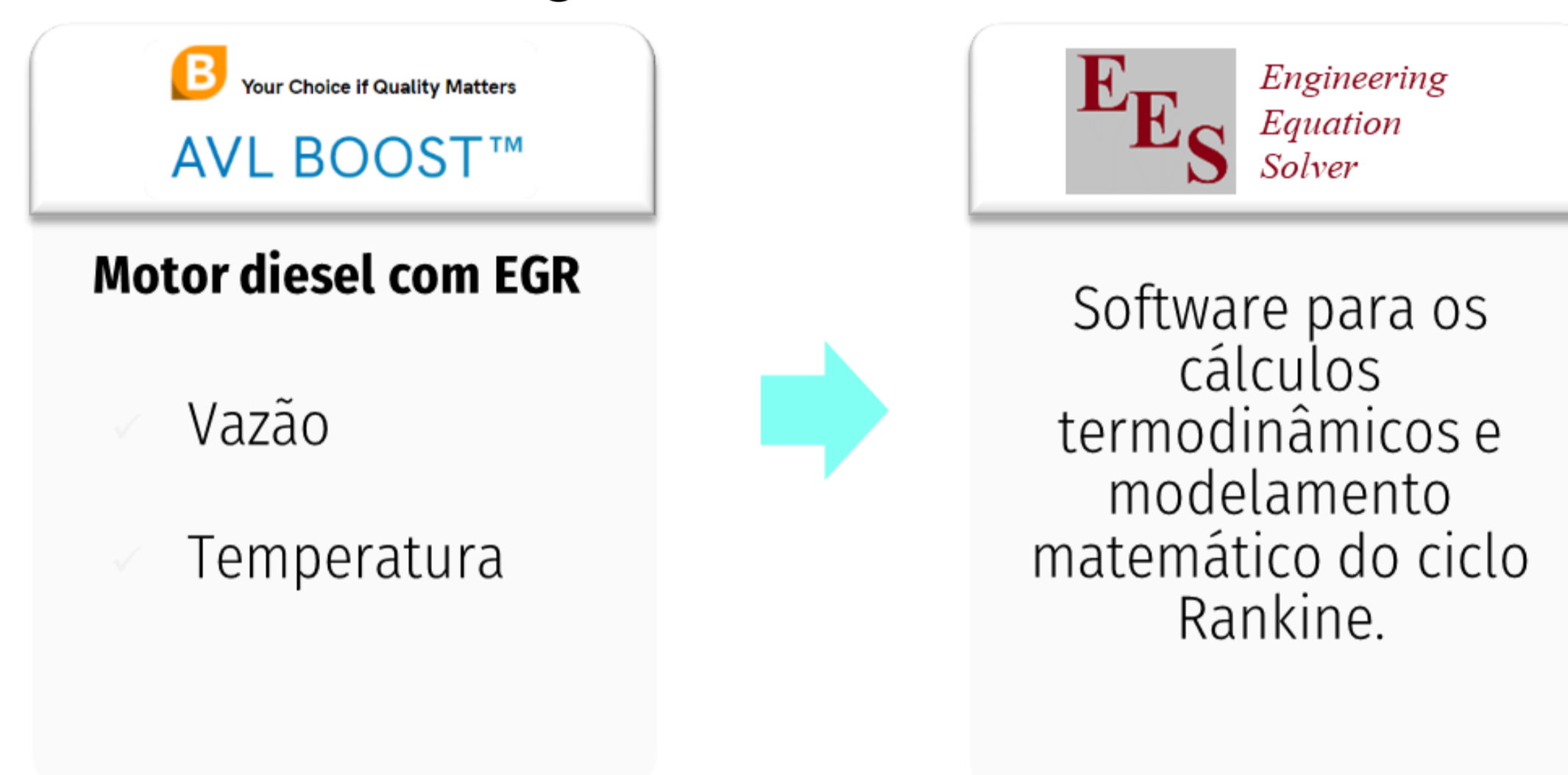
TARGET:

O Target foi baseado em estudos e projetos já existentes, com a implantação desse tipo de sistema é possível chegar a uma taxa de recuperação de 1% da energia perdida nos gases de escape, ou seja, de acordo com o mapa de eficiência, quando o mesmo estiver operando com uma taxa de recirculação de gases de 30% na EGR.



CÁLCULO DA MELHORIA:

Para o Cálculo da Melhoria, utilizou-se o AVL Boost em um motor diesel com EGR para extração de dados termodinâmicos dos gases de escape, como vazão e temperatura em função da taxa de recirculação. As informações resultantes alimentaram o software EES (Engineering Equation Solver) para modelamento matemático do ciclo Rankine, com o intuito de calcular a potência a ser gerada. Com base nos resultados, partiu-se para uma busca de componentes já existentes no mercado, visando menor custo e maior facilidade de manutenção. Com as informações específicas de cada componente foi possível validar os dados e possíveis alterações no modelo inicial até que as condições desejadas fossem atingidas com êxito.



A escolha do motor Scania DC13 de 12,7 L teve como uma de suas principais premissas o funcionamento associado a um sistema EGR, assim como grande deslocamento volumétrico, dimensões e massa elevadas, requisitos para melhor funcionamento do ciclo Rankine.

Com os potenciais do EGR Cooler definidos, partimos para a determinação de qual fluido será utilizado no ciclo de regeneração. De acordo com a revisão bibliográfica e estudos realizados na comparação de diversos fluidos para aplicação veicular, temos duas condições de contorno impostas fisicamente:

A primeira é de que a temperatura do fluido de trabalho, na saída do EGR COOLER, não pode ser superior à temperatura dos gases de escape na entrada.

A segunda, é de que a temperatura do fluido de trabalho na entrada do EGR COOLER não pode superar a temperatura da saída dos gases de escape.

Para mais informações e para ver nosso trabalho na íntegra, acesso o site: <https://codemasters92.wixsite.com/projetotransform>

Transform - Obtenção de energia elétrica a partir do EGR Cooler utilizando circuito térmico

Alunos: Luciano C. E. Heringer, Giancarlo Bueno, Julia Jachuk, Daniel M. Garcia, Robson R.A. Junior, Andrey M. C. Da Silva, Nicolas V. Giorgio, Mateus M. P. Da Silva

Orientador: Cleber Willian Gomes

PROCEDIMENTO E TÉCNICAS USADOS:

Conclui-se então que o fluido de trabalho mais adequado para aplicações do ciclo Orgânico de Rankine no projeto é o fluido orgânicos R123.

O expensor mecânico escolhido é do tipo scroll, devido as dimensões do projeto e a demanda necessária de potência proposta pelo projeto. O modelo que foi optado foi o E25H061A-SH-CI, da Air Squared, que gera potência de 10 kW.

Suas definições são estabelecidas através da pressão imposta no fluido de trabalho através da bomba e a caldeira, estabelecendo a entalpia que estará o fluido de trabalho após a caldeira e na entrada do expensor.

A definição do trocador de calor deve considerar algumas condições de contorno.

Para isso, é necessário obter as propriedades do fluido na saída do expensor. Outro fator a considerar é que fonte quente do sistema rankine é sempre a mesma, ou seja, o EGR Cooler. Ele tem o gradiente de temperatura constante de 349 °C, quando está em operação a 30%, segundo a simulação no AVL Boost.

Já a fonte fria, que é o condensador, varia de acordo com a temperatura ambiente. E quanto mais alto o delta, mais frio, e, portanto, maior o rendimento colhido. Deste modo, é relevante destacar a máxima temperatura ambiente que o projeto poderá operar, uma vez que o fluido necessita sair do condensador com o título zero para o correto funcionamento do sistema.

O tipo adotado será o de multi micro tubos, instalado na parte frontal do veículo junto com outros componentes como radiador, condensador do ar condicionado, entre outros e assim como o intercooler, de maneira que sua presença não cause obstruções no funcionamento desses componentes já existentes.

Para a conversão do trabalho mecânico gerado no expensor em energia útil para o veículo, foram avaliados geradores do tipo alternadores, que já são utilizados nos veículos, para distribuir no caminhão uma segunda fonte de energia elétrica, aliviando o alternador original e deixando de haver perdas. Avaliando as opções disponíveis no mercado, viu-se a necessidade de utilizar dois alternadores do tipo AAT de 28V e 190A. Esses serão acionados por uma ligação por correia e com uma relação de redução através das polias em uma razão de 3:1.

Para atender aos requisitos do projeto, optamos por uma bomba do tipo diafragma que fornece as condições necessárias de vazão e pressão de fluido para manter o sistema funcionando. Por esta razão, após uma pesquisa de mercado, foi definido o uso do modelo D3135E7011, da Flojet.

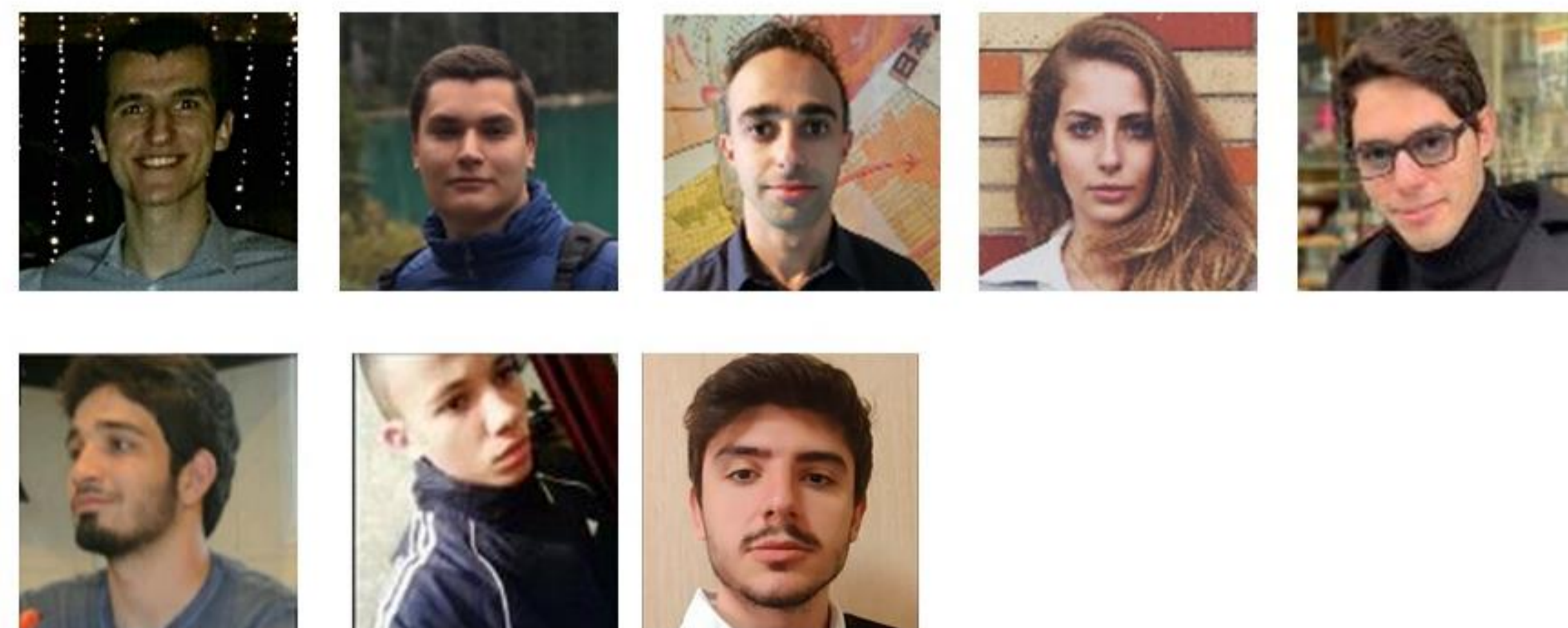
IMPACTO E IMPORTÂNCIA DA SOLUÇÃO:

Considerando o target inicial de 1% de recuperação da energia perdida pelos gases de escape quando o motor opera a 30% de recirculação na válvula EGR, conseguimos superar o resultado da nossa operação com o sistema TRANSFORM, alcançando o patamar de 1,1% de recuperação do total gerado pelo motor, ou seja, cerca de 10KW, limitados pela capacidade do expensor hoje existentes no mercado. Isso representa um aumentando na eficiência do motor, alcançando o aproveitamento de 49,6% do total de toda a energia do combustível revertida para o veículo.

Por essa razão, consideramos válida a projeção de pesquisas futuras sobre a possível a utilização de toda a recuperação constatada teoricamente, através de expansores utilizados em série ou paralelamente.

A transformação do calor desperdiçado em energia elétrica aumenta a eficiência do motor, pois possibilita alimentação de outros sistemas do veículo que consomem potência, proporcionando potencial redução do consumo específico de combustível. Além disso, o projeto representa uma alternativa importante para atender às legislações e normas de emissão de poluentes nos motores a diesel, como a Euro 6, por exemplo.

INTEGRANTES:



Para mais informações e para ver nosso trabalho na íntegra, acesso o site: <https://codemasters92.wixsite.com/projetotransform>