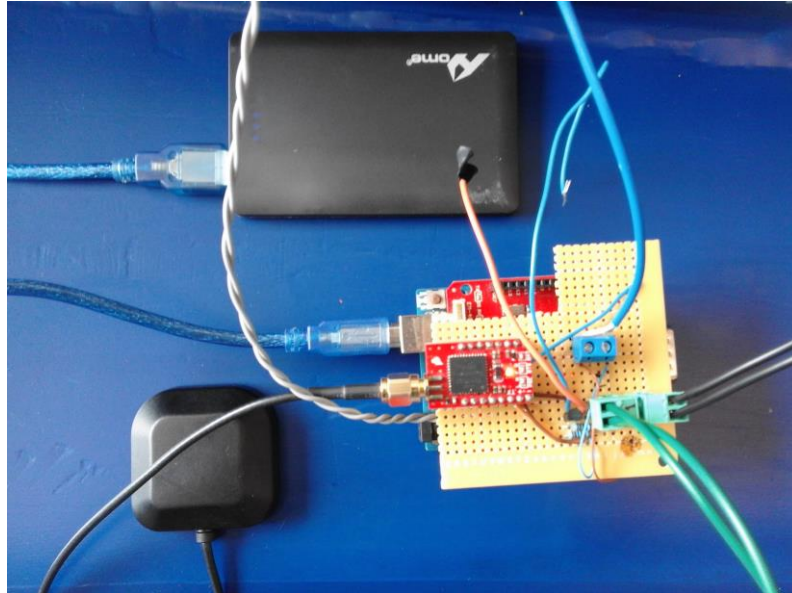




ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Mecânica



Sistema de Refrigeração de um veículo Formula Student – IFS’01

JOSÉ PEDRO BARRETO SIMÕES
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Doutor Jorge Filipe O. Mendonça e Costa

Co-Orientador:

Doutor Pedro Miguel de Abreu Silva

Júri:

Doutor José Augusto da Silva Sobral

Doutora Isabel Maria Pereira Bastos Malico

Doutor Jorge Filipe O. Mendonça e Costa

Dezembro de 2016

“Tutta la nostra conoscenza ha le sue origini nelle nostre percezioni.”

Leonardo da Vinci

AGRADECIMENTOS

Aos meus caros Professores, pela sua orientação neste trabalho,

Doutor Jorge Mendonça e Costa,

Doutor Pedro Miguel Abreu e Silva.

Aos meus estimados colegas da equipa ISEL *Formula Student*:

Afonso Ferreira, Afonso Henriques, Almor, Ana, Curvelo, Rangel, Nogueira, Beatriz, Cosme, Carlos, David Duarte, Velez, Diogo, Francisco, Caldas, George, Almeida, Canelas, Benedito, Costa, João Santos, Jorge, Leonor, Góis, Mariana, Miguel Cardoso, Miguel Piçarra, Galamba, Pedro Santos, Mil-Homens, Rosandro, Sérgio Francisco, Tiago, Tomás. Agradeço em especial ao Sérgio André por todo o apoio que me prestou com a construção dos circuitos electrónicos necessários, abdicando de muitas horas do seu tempo livre para que tudo funcionasse.

À Ana, Mariana e à Teresa; ao Francisco, Frederico, João, Luís, Rúben e ao Sérgio.

Aos meus queridos avós.

Aos meus padrinhos, José e Fátima.

Aos meus afilhados, Francisco e Sebastião.

À minha namorada e melhor amiga, Filipa.

À minha irmã, *Naná*.

Aos meus Pais, Paula e António.

Ao Sebastião Simões

RESUMO

O problema recorrente de sobreaquecimento nos veículos de competição obriga a uma análise dos fenómenos envolvidos para a avaliação do sistema de refrigeração. Este processo, quando aplicado a um veículo *Formula Student*, é limitado pelo ciclo de projecto e construção de um protótipo que dura de um a dois anos, para além dos constrangimentos financeiros. Com o presente trabalho, a equipa ISEL *Formula Student* ficará com uma ferramenta de análise baseada na teoria relevante e em ensaios realizados em cada veículo construído. Neste sentido, propõe-se a conclusão de um modelo que estabeleça relações directas entre variáveis determinantes de operação do motor e do sistema de refrigeração. Desta forma, é possível identificar qual o sistema de refrigeração mais adequado para cada protótipo e para cada pista de competição automóvel.

Os resultados deste trabalho permitem entrar num ciclo de melhoria contínua baseado em variáveis quantitativas.

Palavras-chave: *Formula Student*; Sistema de Refrigeração; Termodinâmica; Aquisição de Dados

ABSTRACT

The recurrent overheating issues on competition vehicles require the analysis of the concerned phenomena for the evaluation of the cooling system. For a Formula Student vehicle, this process is limited by the design and production short cycle and the financial constraints. With the present work, a theoretical and testing based analysis tool is delivered to the ISEL Formula Student team, for each produced prototype. Therefore, a model conclusion is proposed. That implies the establishment of direct relations between crucial variables of the engine operation and of the cooling system. This way, it is possible to detect which cooling system is the most suitable for each prototype and each racetrack.

The results of this work allow the execution of a continuous improvement cycle based on quantitative variables.

Keywords: Formula Student; Cooling System; Thermodynamics; Data Acquisition

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	IX
ÍNDICE.....	XI
LISTA DE FIGURAS.....	XIII
LISTA DE TABELAS	XV
SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS	XVII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. MOTIVAÇÃO E OBJECTIVO.....	1
1.2. <i>FORMULA STUDENT</i> – A COMPETIÇÃO E O PRIMEIRO PROTÓTIPO DO ISEL	1
1.3. CARACTERIZAÇÃO BÁSICA DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO.....	4
1.4. TRANSFERÊNCIA DE CALOR	9
1.5. O MÉTODO DA EFICIÊNCIA $\epsilon - NTU$	11
1.6. ALGUNS ASPECTOS DE COMPACIDADE E EFICÁCIA	15
2. ESTRUTURA DO TRABALHO E MODELO PROPOSTO	19
3. ENSAIOS.....	25
3.1. ENSAIOS EXPERIMENTAIS.....	25
3.1.1. <i>Função do caudal de água com a rotação do motor (RPM)</i>	25
3.1.2. <i>Medição do caudal de ar</i>	29
3.1.3. <i>Medição da taxa de calor transferida ao sistema de refrigeração</i>	31
3.2. ESTUDOS NUMÉRICOS	40
3.2.1. <i>Simulação preliminar</i>	40
3.2.2. <i>Determinação do caudal de ar que atravessa o radiador</i>	42
3.2.3. <i>Vantagens da utilização de um canal interior ao sidepod</i>	50
4. PÓS-PROCESSAMENTO	57
4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS FLUIDOS (<i>MINIMUM AND MAXIMUM FLUID</i>)	57
4.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA E DEFINIÇÃO DO MODELO PROPOSTO.....	59
4.3 SIMULAÇÃO DE UM PERFIL DE UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO SISTEMA	61
5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	63
BIBLIOGRAFIA.....	65
ANEXOS.....	67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DAVID VELEZ EM PREPARAÇÃO PARA AS PROVAS DINÂMICAS NA FSS 2015	2
FIGURA 2 - ORGANOGRAMA DA EQUIPA ISEL <i>FORMULA STUDENT</i> (2016)	3
FIGURA 3 - CARLOS PEREIRA A INICIAR A PROVA DE <i>AUTOCROSS</i> NA FSCZ 2016.....	3
FIGURA 4 - TEMPOS DOS PROTÓTIPOS EM PISTA NA PROVA DE <i>AUTOCROSS</i> NA FSCZ 2016	4
FIGURA 5 - SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO MONTADO NO IFS'01	5
FIGURA 6 - PORMENOR DO TAMPONAMENTO DA LIGAÇÃO DE <i>BY-PASS</i>	6
FIGURA 7 - RELAÇÃO ENTRE A EFICIÊNCIA E O NÚMERO DE UNIDADES DE TRANSFERÊNCIA PARA A ÁGUA COMO FLUIDO MÍNIMO – $Cr=0,67$	14
FIGURA 8 - RELAÇÃO ENTRE A EFICIÊNCIA E O NÚMERO DE UNIDADES DE TRANSFERÊNCIA PARA O AR COMO FLUIDO MÍNIMO – $Cr=0,67$	15
FIGURA 9 - METODOLOGIA DE PROJECTO DE PERMUTADORES DE CALOR (ADAPTADO) [8].....	19
FIGURA 10 – MODELO DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO	20
FIGURA 11 - PORMENOR DO RADIADOR COM VENTONINHA ACOPLADA.....	22
FIGURA 12 – PORMENOR DO RADIADOR E <i>SIDEPOD</i>	23
FIGURA 13- DADOS RETIRADOS DO SOFTWARE OPTIMUMLAP	24
FIGURA 14 - SÉRGIO FRANCISCO (ESQUERDA) A SOLDAR E JOSÉ SIMÕES A FURAR PCB'S.....	25
FIGURA 15 - DEPENDÊNCIA ENTRE ROTAÇÃO DO MOTOR E O CAUDAL DE ÁGUA.....	25
FIGURA 16 - TESTE AO CAUDALÍMETRO.....	26
FIGURA 17 - SENSOR DE CAUDAL MONTADO NA TUBAGEM DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO	26
FIGURA 18 - FICHA DE PRODUTO DO CAUDALÍMETRO	27
FIGURA 19 - CAUDAL MÁSSICO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DE RPM.....	27
FIGURA 20 - CAUDAL MÁSSICO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DE RPM (SEM VALORES ATÍPICOS).....	28
FIGURA 21 - DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA SEGUNDO A EQUAÇÃO DE BERNOULLI [12].....	29
FIGURA 22 – SENSOR DE PRESSÃO DIFERENCIAL DO TIPO TUBO DE PITOT.....	30
FIGURA 23 - ESQUEMATIZAÇÃO DOS DIFERENTES CAUDAIS DE AR NO RADIADOR	31
FIGURA 24- PRINCÍPIO DE DEPENDÊNCIA DA CARGA DE ARREFECIMENTO.....	32
FIGURA 25 - CONDICIONAMENTO DE SINAL DA SAÍDA ANALÓGICA DOS SENSORES DE TEMPERATURA	33
FIGURA 26 - VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA R_2 COM A TEMPERATURA LIDA.....	33
FIGURA 27 - TEMPERATURA EM FUNÇÃO DO SINAL DE SAÍDA	34
FIGURA 28 - TESTE AOS SENSORES DE TEMPERATURA	35
FIGURA 29 - ADAPTAÇÃO DOS SENSOR DE TEMPERATURA DA ÁGUA	35
FIGURA 30 - EVOLUÇÃO DAS TEMPERATURAS T_1 E T_2	36
FIGURA 31 - CARGA DE ARREFECIMENTO	36
FIGURA 32- CARGA DE ARREFECIMENTO (TPS, RPM) EM VAZIO	37
FIGURA 33 - VARIAÇÃO DE TPS E RPM PARA A PRIMEIRA PARTE DO ENSAIO	38
FIGURA 34 - VARIAÇÃO DE TPS E RPM PARA A SEGUNDA PARTE DO ENSAIO	38
FIGURA 35 - GRÁFICO DA CARGA DE ARREFECIMENTO EM FUNÇÃO DE TPS E RPM	39
FIGURA 36 - CUT-PLOT DO ESCOAMENTO NUM PLANO PARALELO A xOy	41
FIGURA 37 - LOCALIZAÇÃO DO <i>CUT-PLOT</i> DA FIGURA 36	41

FIGURA 38 - <i>CUT-PLOT</i> DO ESCOAMENTO EM SUCESSIVOS PLANOS PARALELOS A YOZ	42
FIGURA 39 - ESQUEMATIZAÇÃO DO CAUDAL QUE ATRAVESSA AS ALHETAS E DO CAUDAL POTENCIAL	43
FIGURA 40 - MODELO SIMPLIFICADO DO RADIADOR COM $DH=13,25$ MM.....	44
FIGURA 41 - GRÁFICO CROMÁTICO DE VELOCIDADE NUM PLANO POSTERIOR AO MODELO	44
FIGURA 42 - NÍVEIS DE REFINAMENTO DA MALHA COMPUTACIONAL.....	45
FIGURA 43 - RENDIMENTO DO ESCOAMENTO EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE.....	46
FIGURA 44 - “RENDIMENTO” DO ESCOAMENTO EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO HIDRÁULICO	47
FIGURA 45 - EVOLUÇÃO DO “RENDIMENTO” EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE REYNOLDS	49
FIGURA 46 - REGRESSÃO LINEAR ENTRE VELOCIDADE E CAUDAL DE AR.....	50
FIGURA 47 - PORMENOR DA GEOMETRIA DE <i>SIDEPOD</i> SEM CANAL E REFINAMENTO DA MALHA COMPUTACIONAL	51
FIGURA 48 - VELOCIDADE À ENTRADA DO <i>SIDEPOD</i> SEM CANAL	51
FIGURA 49 - VELOCIDADE E LINHAS DE CORRENTE DO ESCOAMENTO NUM PLANO PARALELO AO CHÃO	52
FIGURA 50 - VELOCIDADE E LINHAS DE CORRENTE NUM PLANO PERPENDICULAR AOS EIXOS DO VEÍCULO NUM <i>SIDEPOD</i> SEM CANAL	52
FIGURA 51 - MALHA DA GEOMETRIA COM CANAL	53
FIGURA 52 - COMPARAÇÃO DO “RENDIMENTO” DO ESCOAMENTO PARA AS DUAS GEOMETRIAS	53
FIGURA 53 - VELOCIDADE E LINHAS DE CORRENTE NUM PLANO PERPENDICULAR AOS EIXOS DO VEÍCULO COM CANAL	54
FIGURA 54 - COMPARAÇÃO DE FORÇAS DE ARRASTO ENTRE AS DUAS CONFIGURAÇÕES	54
FIGURA 55 - DETERMINAÇÃO DAS CAPACIDADES TÉRMICAS DOS FLUIDOS PARA GAMAS DE RPM E CAUDAL DE AR	57
FIGURA 56- CAPACIDADE TÉRMICA DOS FLUIDOS EM FUNÇÃO DA RPM E DA VELOCIDADE ENGRENANADA	58
FIGURA 57 - EVOLUÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO COM O MOTOR EM VAZIO	59
FIGURA 58- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DO MODELO DO RADIADOR	60
FIGURA 59 - RESUMO DAS EQUAÇÕES FUNDAMENTAIS DO MODELO PROPOSTO.....	60
FIGURA 60 - RESULTADOS DO <i>OPTIMUMLAP</i> E CARGA DE ARREFECIMENTO	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - INSTRUÇÕES DE MONTAGEM DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO.....	7
TABELA 2 - VALORES SIGNIFICATIVOS (TPS, RPM, CARGA DE ARREFECIMENTO)	39
TABELA 3 - RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS MODELOS PARA SIMULAÇÃO	45
TABELA 4 - EXEMPLO DE CÁLCULO DO “RENDIMENTO” DO ESCOAMENTO PARA VELOCIDADE INICIAL DE 5 M/S.....	46
TABELA 5 - RESUMO DE VELOCIDADE E CAUDAL PARA O DIÂMETRO HIDRÁULICO DO RADIADOR	49
TABELA 6 - RELAÇÕES ENTRE RPM E VELOCIDADE	58

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

A	Área frontal do radiador, Área exposta ao escoamento	m^2
A_s	Área superficial	m^2
$APPS$	Saída do sensor do pedal do acelerador	(—)
C	Constante genérica	(—)
C_D	Coefficiente de arrasto	(—)
C_i	Capacidade térmica do fluido i	$\frac{W}{K}$
C_r	Razão de capacidades térmicas	(—)
c	Calor específico; velocidade do escoamento	$\frac{J}{kg K}; \frac{m}{s}$
$c_{veículo}$	Velocidade do veículo	$\frac{m}{s}$
c_p	Calor específico a pressão constante	$\frac{J}{kg K}$
D	Diâmetro; Característica geométrica	m
D_h	Diâmetro hidráulico	m
f	Função genérica	(—)
F_G	Factor de forma geométrico	(—)
G	Caudal específico	$\frac{kg}{sm^2}$
g	Aceleração gravítica	$\frac{m}{s}$
h	Coefficiente de convecção	$\frac{W}{m^2 K}$
k	Condutividade térmica; Constante genérica	$\frac{W}{m K}$
m	Massa do veículo e piloto	kg
\dot{m}	Caudal de água; Caudal de ar	$\frac{kg}{s}$
NTU/N	Número de unidades de transferência	(—)
Nu	Número de Nusselt	(—)
P	Perímetro	m

p	Pressão de um fluido	(—)
Pr	Número de Prandtl	(—)
$\dot{Q}_{condução}$	Potência calorífica transferida por condução	W
$\dot{Q}_{convecção}$	Potência calorífica transferida por convecção	W
$\dot{Q}_{cooling\ load}$	Carga de arrefecimento	W
\dot{Q}_{rad}	Potência calorífica emitida por radiação	W
$\dot{Q}_{sistema}$	Potência calorífica trocada num sistema	W
R	Raio de curvatura	m
Re	Número de Reynolds	(—)
RPM	Velocidade angular do motor (Rotações por minuto)	$\frac{-1}{min}$
St	Número de Stanton	(—)
T_{ent}	Temperatura de entrada num sistema	K
$T_{saída}$	Temperatura de saída num sistema	K
T_w	Temperatura de parede	K
T_1	Temperatura da água à entrada do radiador	K
T_2	Temperatura da água à saída do radiador	K
T_{∞}	Temperatura inicial do fluido convectivo	K
TPS	Saída do sensor da válvula do corpo de admissão	(—)
U	Coefficiente Global de Transmissão de Calor	$\frac{W}{m^2K}$
V	Volume do permutador	m^3
V_{out}	Sinal analógico de saída	V
V_s	Volume “fechado” (<i>enclosed volume</i>)	m^3
\dot{W}	Potência motriz	W
z	Altura	m
β	Densidade de área superficial	m^2/m^3
ΔT	Diferença de temperaturas	K

ε	Eficiência de um permutador de calor	(-)
ϵ	Emissividade de um corpo cinzento	(-)
η	“Rendimento” do escoamento	(-)
μ	Coeficiente de atrito estático	(-)
ρ	Massa volúmica	$\frac{kg}{m^3}$
σ	Constante de Stefan-Boltzmann; Porosidade superficial; Desvio-padrão	$\frac{W}{K^4m^2}$; (-); $\frac{kg}{s}$

1. Introdução

1.1. Motivação e Objectivo

Como documento concretizador de um enunciado proposto pelo autor, o trabalho aqui redigido procura reflectir todo o processo complexo de projecto do sistema de refrigeração de um veículo *Formula Student*. Podem existir muitas abordagens para o projecto, porém propôs-se uma metodologia que não entrasse em conflito com os constrangimentos de natureza financeira da equipa nem com o ciclo completo de produção de um protótipo *Formula Student*.

Seria difícil projectar um sistema de refrigeração sem informações relevantes do motor de combustão interna que é escolhido para equipar o veículo. O objectivo deste trabalho é essencialmente o de dotar a equipa ISEL Formula Student de um processo relativamente simples e fundamentado para avaliar o Sistema de Refrigeração do primeiro protótipo; implementando melhorias sucessivas no projecto, montagem, custo, testes dinâmicos, e no sistema em si, tendo por base um histórico que se pretende criar e uma base teórica robusta. A principal inovação deste estudo em termos académicos será o relacionamento directo entre algumas variáveis de operação do motor em funcionamento com a carga térmica de arrefecimento imposta ao sistema, bem como a simulação do desempenho do mesmo para uma determinada pista.

1.2. *Formula Student* – a competição e o primeiro protótipo do ISEL

A *Formula Student*, também conhecida por FSAE, é a maior competição de engenharia entre instituições de ensino superior de todo o mundo. São realizados anualmente diversos eventos em circuitos de países como Espanha, Itália, Inglaterra, Alemanha, Estados Unidos da América, Brasil, entre outros. Nestas provas, as equipas universitárias são motivadas a projectar e construir um veículo monolugar, tendo como especial foco a inovação inerente ao desenvolvimento de produto. Os veículos podem

ser movidos a partir de um motor de combustão interna de ciclo Otto ou de motores eléctricos. Na classe de combustão, a cilindrada está limitada aos 610 c.c., sendo esta uma das regras fundamentais [1].



Figura 1 - David Velez em preparação para as provas dinâmicas na FSS 2015

A equipa do ISEL, denominada por ISEL *Formula Student* - IFS, nasceu em Fevereiro de 2013, tendo competido em Julho de 2014 na prova de Silverstone - FSUK - na classe de projecto. Nesta edição da FSUK, o IFS obteve o 3º lugar na sua classe. A partir daí, surgiu um novo objectivo: a participação no evento de Espanha - FSS - desta vez em classe 1, ou seja, com o protótipo finalizado e pronto a realizar as provas dinâmicas, para além das estáticas. No Verão de 2015, o veículo foi concluído e viajou até Barcelona com a equipa. Concluídas as provas estáticas, onde o projecto, plano de produção, a orçamentação e um plano de negócio fictício foram avaliados, o veículo superou as verificações técnicas, o que deu acesso às provas dinâmicas (Figura 1). É de referir que, nesta competição, o IFS'01, com 230 kg, foi o único protótipo estreante a ter acesso à última prova - *Endurance*.

Neste momento, a missão da equipa concentra-se no projecto e construção de protótipos de alta performance para a competição *Formula Student*, mas também na formação de profissionais engenheiros mais completos, preparando-os para o seu futuro profissional, desafiando-os a criar, desenvolver e inovar nos seus projectos. O grupo de estudantes é composto por alunos de vários cursos do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa – Instituto Politécnico de Lisboa.

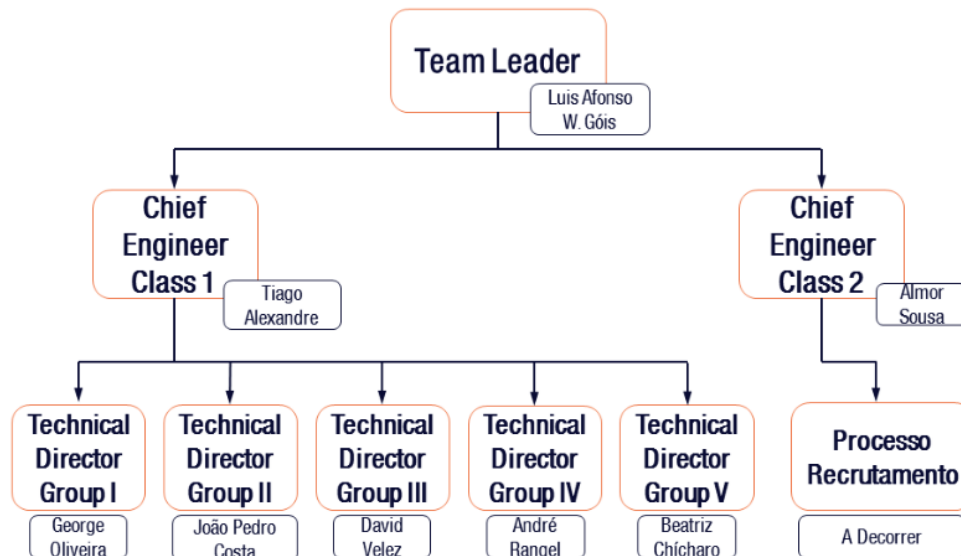


Figura 2 - Organograma da equipa ISEL *Formula Student* (2016)

A autoria deste trabalho centra-se no segundo grupo técnico - Motor e Transmissão. Contudo, para a realização do trabalho experimental, foi essencial a colaboração dos elementos do terceiro grupo (Electrónica) na concepção e produção de placas de circuito impresso (PCB).



Figura 3 - Carlos Pereira a iniciar a prova de *Autocross* na FSCZ 2016

Em Agosto de 2016, uma versão melhorada do IFS'01 competiu no evento da República Checa – FSCZ – desta vez com uma massa de 247 kg.

Na prova checa, o protótipo teve acesso às provas dinâmicas onde obteve um desempenho ligeiramente superior à da primeira competição. Para que tal fosse possível, foram implementadas melhorias ao nível da admissão do motor, com uma nova linha e controlo electrónico da do acelerador (ETC – *Electronic Throttle Control*) e no controlo da mistura de ar e combustível. Para além da admissão, uma nova linha de

escape foi projectada e produzida. O IFS'01 tornou-se um veículo de melhor controlo para o piloto, uma vez que a ergonomia foi melhorada, a direcção ficou mais leve e precisa, houve a implementação de um actuador pneumático da caixa de velocidades a partir do volante, a suspensão foi reforçada e a travagem passou a ser accionada por um sistema hidráulico.



Car Number	Team Name	Time
10	ISEL FORMULA STUDENT	01:22,96
84	CAMPUS MOTORSPORT HANNOVER	01:31,40
84	CAMPUS MOTORSPORT HANNOVER	01:38,10
1054	ETSEIB MOTORSPORT	01:14,18
1094	E.STALL ESSLINGEN	01:24,49
1094	E.STALL ESSLINGEN	01:25,14

Figura 4 - Tempos dos protótipos em pista na prova de *Autocross* na FSCZ 2016

Em prova, deve haver uma atenção especial à temperatura do motor, indicada no *display* do protótipo em tempo real. Uma forma eficaz de obter a informação de que o motor está a uma temperatura próxima da ideal, é a monitorização da temperatura dos gases de escape com o auxílio de uma pistola de infravermelhos. Esperando que estes gases atinjam valores superiores a 200 °C, é dado um sinal ao piloto para a partida.

1.3. Caracterização básica do sistema de refrigeração

No que concerne ao elemento principal do sistema de refrigeração, o radiador é composto essencialmente por tubos de secção reduzida, por onde se desenvolve o escoamento do fluido quente (água), e por alhetas que intercalam os tubos. O ar exterior escoia através destas, sendo aqui que se dá a última transferência de calor do sistema. As alhetas podem apresentar-se com uma geometria plana, triangular, sinusoidal, ou mesmo circular, dependendo das tecnologias de fabrico disponíveis e da aplicação do sistema. O radiador funciona com um permutador de calor de fluxos variáveis que permite extrair uma determinada quantidade de potência térmica da água circulante para a fonte fria – o ar. Este processo, conjugado com a permuta térmica do motor (fonte

quente) para a água não permite que as temperaturas no interior do motor atinjam um valor elevado.

O sistema de refrigeração é normalmente projectado a partir de dados experimentais, devido à sua complexidade de o realizar a partir de estudos meramente analíticos ou numéricos. O objectivo fundamental deste trabalho centra-se em definir os parâmetros físicos que influenciam os processos de transferência de calor do sistema. O primeiro passo é então o de conhecer, controlar e de determinar como é que os parâmetros estão interligados.

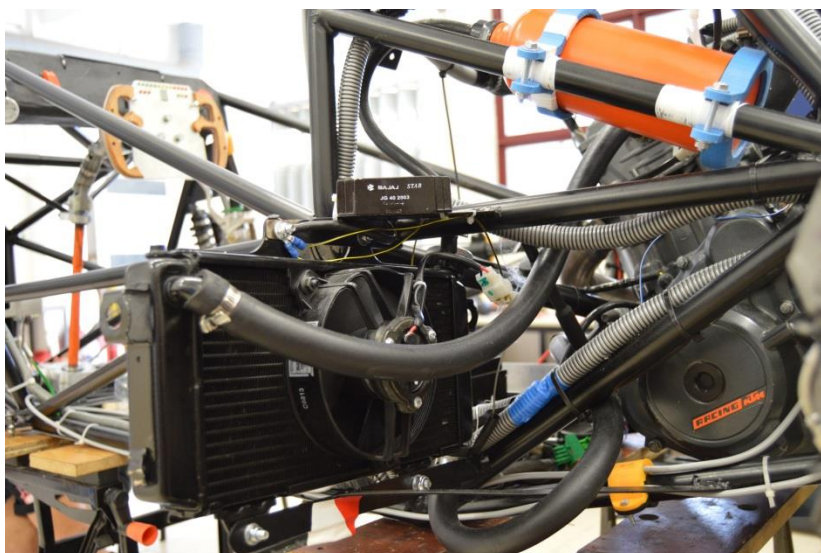


Figura 5 - Sistema de refrigeração montado no IFS'01

Para realizar a análise descrita neste trabalho, o sistema de refrigeração foi definido, numa primeira abordagem, incluindo um conjunto radiador/ventoinha, com ligações directas ao motor KTM 390, que equipa o veículo monolugar *Formula Student* do ISEL – conforme a Figura 5. A ventoinha é accionada electricamente com um interruptor accionado pelo piloto do veículo. O conjunto radiador/ventoinha é igual ao utilizado no motociclo comercializado pela KTM - Duke 390. Como observado pela Figura 6, foi retirada a válvula termostática do sistema e as ligações correspondentes, visto que qualquer redução de componentes irá significar uma redução de peso considerável em termos relativos num veículo que se quer o mais leve possível, com o intuito de melhorar o seu desempenho. Esta acção não prejudicará o desempenho do veículo em

pista uma vez que se permite aos participantes um período de aquecimento dos motores antes da entrada em pista.



Figura 6 - Pormenor do tamponamento da ligação de *by-pass*

O veículo é equipado também com um *sidepod*, um canal que direcciona o escoamento para o permutador de calor compacto, com uma grelha frontal de modo a evitar danos no radiador provocados por objectos projectados a partir do solo, como pequenas pedras ou ramos. Contudo, este *sidepod* não restringe todo o caudal de ar para o interior do permutador. O radiador pode ser montado no veículo segundo um determinado ângulo, de tal modo que o escoamento não seja perpendicular ao corpo das alhetas. Tal prática é devida apenas a problemas inerentes ao espaço ocupado pelo sistema. Este ângulo deve ser minimizado, pois, em caso contrário as linhas de corrente de ar seriam distribuídas de uma forma desigual pela área de permuta térmica, havendo necessariamente uma diminuição da transferência de calor [2].

O líquido de refrigeração em circuito fechado, pelas regras gerais da competição, cinge-se obrigatoriamente a água destilada. O enchimento do sistema é feito pela ligação do motor ao tubo de circulação do radiador. Desta forma procede-se à purga total do sistema. Assim garante-se que o ar é totalmente extraído do circuito. A circulação da água é feita por uma bomba centrífuga accionada mecanicamente pelo eixo de manivelas.

O objectivo fundamental do sistema é o de manter as temperaturas no interior do motor a um nível razoável. Para tal, sabe-se que um bom indicador das mesmas é o valor da

temperatura da água à saída do bloco da KTM. Esta não deverá ultrapassar os 95°C em qualquer altura. Se tal vier a acontecer, o sistema terá de ser revisto, podendo-se actuar sobretudo no que concerne ao escoamento através das alhetas do radiador, como se verá adiante.

Para uma futura referência, dever-se-ão seguir as seguintes instruções (Tabela 1) para uma correcta produção e montagem do sistema. Esta lista foi criada também de modo a facilitar o trabalho prático de oficina em situações que se exigem expeditas, sem descuidar a segurança dos intervenientes.

Tabela 1 - Instruções de montagem do Sistema de Refrigeração

Descrição	Material	Máquinas / Ferramentas	Equipamentos de Protecção Individual
Produção e Soldadura dos apoios do conjunto radiador/ventoinha	Chapa metálica de 2 mm	Corte Laser, Máquina de Soldar, Rebarbadora	Luvas, Máscara de soldadura
Com os furos presentes no radiador, apontar os furos dos apoios	-	Apontador, Maço	Luvas
Furar os apoios	-	Engenho de furar, Rebarbadora	Luvas, óculos de protecção
Montar o conjunto	Radiador/Ventoinha, Parafusos, Anilhas, Porcas autoblocantes	Chaves de caixa com roquete	Luvas
Montar tubos do radiador ao motor	Tubo radiador 18x24, Braçadeiras metálicas	Chaves de estrela/fendas com roquete	Luvas
Isolar termicamente tubo radiador na zona próxima ao escape	Fita reflectora de alumínio	Tesoura	-
Cortar e montar rede metálica flexível na parte frontal do radiador	Rede metálica flexível, Abraçadeiras	Alicate de corte, Tesoura	Luvas
Montar garrafa de acumulação ao chassis	Fita metálica perfurada, Abraçadeiras	Alicate de corte, Tesoura	Luvas
Montar tubo de ligação da garrafa à válvula de segurança	Tubo flexível, Braçadeiras Metálicas	Chaves de estrela/fendas com roquete, Alicate de corte	Luvas
Montar Sidepod	Sidepod, Abraçadeiras	Alicate de Corte	Luvas
Enchimento do sistema	Água destilada	Funil, Alguidar	Luvas
Cortar e montar rede metálica flexível na ventoinha	Rede metálica flexível, Abraçadeiras	Alicate de corte, tesoura	Luvas
Ligação da ficha de alimentação da ventoinha	-	-	-

É também um dos objectivos conceptuais do veículo possuir um centro de gravidade tão próximo do nível do solo quanto possível. As alterações futuras do sistema não poderão implicar um acréscimo da altura do centro de massa uma vez que o veículo (com piloto) deverão equilibrar-se quando sujeitos a uma rampa de inclinação lateral de 60°.

As disciplinas das Ciências aplicadas à Engenharia relevantes para o estudo deste problema resumem-se à Transmissão de Calor, Combustão e Mecânica dos Fluidos, todas estas englobadas pela Termodinâmica.

Em condições reais, um motor de combustão interna não conseguirá transformar toda a energia presente no combustível em trabalho mecânico. Como tal, existe uma certa quantidade de energia que terá de ser extraída do sistema sob a forma de calor. Como se pode verificar após um estudo breve sobre estas três matérias, este calor é transferido para a fonte fria (em última instância, o ar atmosférico) de acordo com os seguintes modos:

- Gases de escape (transferência de calor – convecção e radiação – e massa);
- Convecção e radiação do motor para a atmosfera;
- Condução para os apoios do motor;
- Convecção para a água do circuito de refrigeração.

A necessidade de um sistema em circuito fechado de água para arrefecimento do motor é devida sobretudo ao mau funcionamento do mesmo para temperaturas superiores às estabelecidas pelo fabricante. Este funcionamento deficiente pode ter a ver com a possibilidade de a água entrar em ebulição e, com isso, haver fenómenos prejudiciais no escoamento da mesma, ou pela expansão de origem térmica de alguns componentes, provocando atritos excessivos entre as peças móveis do motor e perda das suas propriedades mecânicas com altas temperaturas. Estes fenómenos podem originar avarias severas nas partes em questão.

A eficiência máxima de um motor de combustão interna de explosão é tipicamente de 30% [3]. Contudo, são possíveis valores inferiores, dependendo das condições de funcionamento, mas, em geral, é admitido que pelo menos 60% da energia potencial

química é desperdiçada na forma de calor, não havendo um aproveitamento possível da mesma para produção de energia mecânica.

Para condições de funcionamento estacionárias, é sabido que em termos médios, a energia química presente no combustível é transformada em [3]:

- Energia mecânica (36%)
- Energia calorífica para o circuito de refrigeração (24%)
- Energia calorífica para o tubo de escape (30%)
- Energia calorífica para as paredes do motor, óleo de lubrificação, entre outros (10%)

Por outro lado, numa estimativa mais grosseira, pode-se admitir que a energia proveniente do combustível é transformada em calor para o circuito de refrigeração em cerca de um terço [4].

No entanto, estes valores podem variar consideravelmente consoante o tipo de motor [3], havendo necessidade de determinar com detalhe a distribuição de energia para cada momento de operação do mesmo.

É sabido que, para um determinado sistema com caudais mássicos de entrada e saída iguais e constantes, e sem acumulação ou redução de energia no interior do mesmo, o calor transferido para o sistema fluido é dado por:

$$\dot{Q}_{sistema} = \dot{m}c_p(T_{ent} - T_{saida}) \quad (1)$$

Havendo possibilidade de medição de duas temperaturas, de entrada e de saída, e o caudal de fluido que passa num determinado componente (por exemplo: motor), é possível determinar a potência calorífica transferida, em particular, a carga de arrefecimento.

1.4. Transferência de calor

Para que uma proposta de modelo contida no próximo capítulo seja coerente com os fenômenos físicos de transmissão de calor, há que conhecer quais são os mecanismos possíveis e de que parâmetros físicos dependem. Esta análise é importante numa fase inicial com o intuito de averiguar qual a metodologia a adoptar para completar os objectivos propostos.

A transferência de calor de um determinado corpo ou sistema para outro pode ser realizada através de:

- Condução,
- Convecção,
- Radiação.

Ou uma combinação de duas formas ou mesmo das três.

O primeiro implica a existência de um gradiente de temperatura ao longo de um determinado corpo. A experiência de observação indica que há uma transferência de energia da região de maior temperatura para a de menor temperatura. Isto implica uma condução de calor cuja taxa, no caso unidimensional, é dada pela Lei de Fourier [5]:

$$\dot{Q}_{condução} = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \quad (2)$$

Já a convecção resulta da combinação de dois fenômenos. Para além da transferência de energia devido a um movimento aleatório molecular (difusão), a energia é também transferida por um efeito de movimento (macroscópico) relativo do fluido. Os dois movimentos, com a diferença de temperaturas na fronteira dos dois sistemas (por exemplo: sólido-líquido ou sólido-gasoso) permite a transferência de calor por essa forma. O efeito global pode ser dado pela Lei de Arrefecimento de Newton [6]:

$$\dot{Q}_{convection} = hA (T_w - T_\infty) \quad (3)$$

Onde h é o coeficiente de convecção. Este pode ser definido como função do número de Nusselt para uma determinada dimensão característica - D . O subscrito f indica que a propriedade em questão é a do fluido em movimento - condutividade.

$$h = \frac{\text{Nu } k_f}{D} \quad (4)$$

Em geral, a determinação do número de Nusselt passa por ensaios experimentais, que implica uma dependência dos números de Reynolds e de Prandtl:

$$\text{Nu}_d = C \text{Re}_d^m \text{Pr}^n \quad (5)$$

Onde o número de Reynolds consiste numa razão adimensional entre forças de inércia e de dissipação viscosa. Resumindo, a permuta térmica por convecção para um determinado fluido é determinada sobretudo pelo tipo de escoamento e pela velocidade do mesmo, para além do tipo de fluido.

A transferência de calor sem a existência de um meio físico também é possível. Para um denominado corpo, a taxa de calor trocada por radiação entre esse corpo e outro pode ser calculada:

$$\dot{Q}_{rad} = \epsilon F_G \sigma A (T_1^4 - T_2^4) \quad (6)$$

Em que ϵ é a emissividade e F_G compreende um factor de forma geométrico, que quantifica a parte de radiação emitida pelo primeiro corpo que atinge o segundo. A constante de Stefan-Boltzmann tem um valor de $\sigma = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W K}^4/\text{m}^2$ [5].

1.5. O método da eficiência $\epsilon - NTU$

Para uma análise de avaliação de permutadores de calor, neste caso para o radiador, o método $\epsilon - NTU$ é adequado, devido sobretudo à sua simplicidade de cálculo, desde que se compreenda em que condições se pode aplicar. Para além disso, existe a possibilidade de quantificar uma determinada situação de permuta e comparar com outro regime. Este método é capaz que quantificar de uma forma resumida as melhorias que podem advir de uma alteração do sistema, pela determinação de dois valores característicos, a eficiência e o número de unidades de transferência.

A eficiência de um permutador de calor é definida por [5]:

$$\varepsilon = \frac{\text{Transferência de calor real}}{\text{Máxima transferência de calor possível}} \quad (7)$$

Ou ainda por:

$$\varepsilon = \frac{\Delta t (\text{fluido mínimo})}{\Delta t (\text{máxima no permutador})} \quad (8)$$

A transferência de calor real pode ser calculada tendo em atenção a energia perdida pelo fluido quente ou o aumento energético do fluido frio. Para um permutador de escoamentos cruzados, sem a presença de um terceiro fluido e para condições estacionárias, a potência térmica envolvida no processo pode ser calculada de duas formas, do lado do ar ou da água:

$$\dot{Q} = \dot{m}_q c_q (T_{q1} - T_{q2}) = \dot{m}_f c_f (T_{f2} - T_{f1}) \quad (9)$$

A transferência máxima de calor possível seria obtida se um dos fluidos sofresse uma diferença de temperatura igual à diferença máxima existente no permutador. Esse valor consiste na diferença entre a temperatura de entrada do fluido quente e a temperatura de entrada do fluido frio.

Definindo a capacidade de um fluido como o produto entre o caudal mássico e o calor específico:

$$C_i = \dot{m}_i c_i \quad (10)$$

Pode ser determinado qual dos fluidos tem o maior valor de capacidade C_i . O que possuir o valor mais elevado é denominado daqui em diante por fluido máximo (*maximum fluid*), sendo o outro o fluido mínimo (*minimum fluid*) [5]. O valor mínimo definirá o fluido que restringe a transferência de calor. Ou seja, é possível determinar de que lado se pode mais facilmente melhorar o processo – água ou ar.

Designando os parâmetros de número de unidades de transferência - NTU - e a razão entre as capacidades dos fluidos - C_r :

$$N = NTU = \frac{UA}{C_{mín}} \quad (11)$$

$$C_r = \frac{C_{mín}}{C_{máx}} \quad (12)$$

Em que UA representa o produto entre o coeficiente global de transferência de calor e a área de permuta. Como nem todos os elementos de área infinitesimal do corpo trocam energia à mesma taxa, este valor, juntamente com U , são resumidos num único parâmetro - número de unidades de transferência (NTU) - que define então o desempenho do permutador, sempre limitado por C_r , cujo valor máximo é a unidade. Este caso particular sucede quando os fluidos têm o mesmo valor de capacidade.

A eficiência pode ser relacionada com a relação de capacidades e o número de unidades de transferência, para fluxos cruzados [5] e:

- $C_{máx}$ misturado (ar), $C_{mín}$ não misturado (água):

$$\varepsilon = \frac{1}{C_r} [1 - e^{-C_r(1-e^{-N})}]$$

$$\Leftrightarrow N = -\ln \left[1 + \frac{\ln(1 - \varepsilon C_r)}{C_r} \right] \quad (13)$$

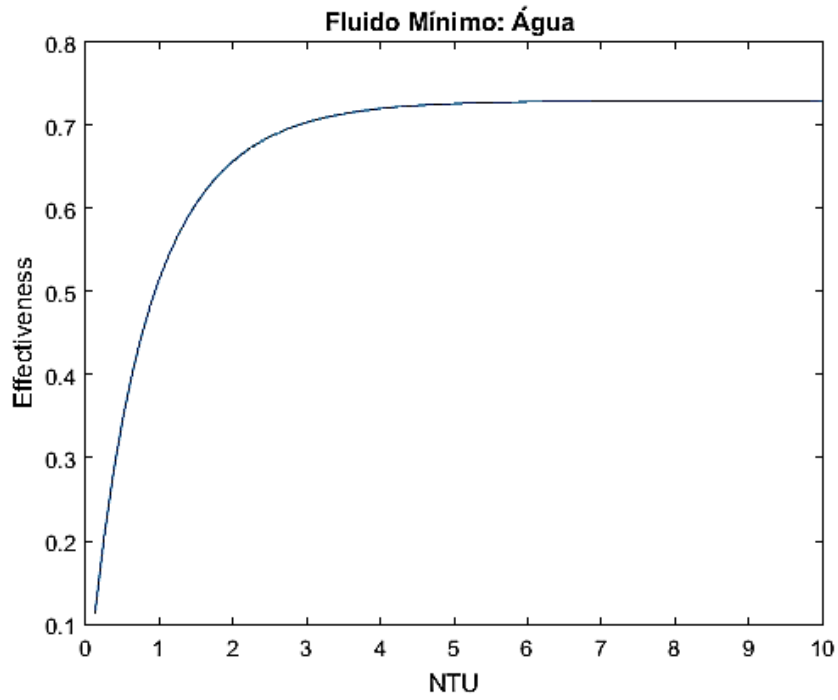


Figura 7 - Relação entre a eficiência e o número de unidades de transferência para a água como fluido mínimo
- $C_r=0,67$

- C_{min} misturado (ar), $C_{máx}$ não misturado (água):

$$\varepsilon = 1 - e^{-\frac{1}{C_r}(1-e^{-NC_r})}$$

$$\Leftrightarrow N = -\frac{1}{C_r} \ln[1 + C_r \ln(1 - \varepsilon)]$$

(14)

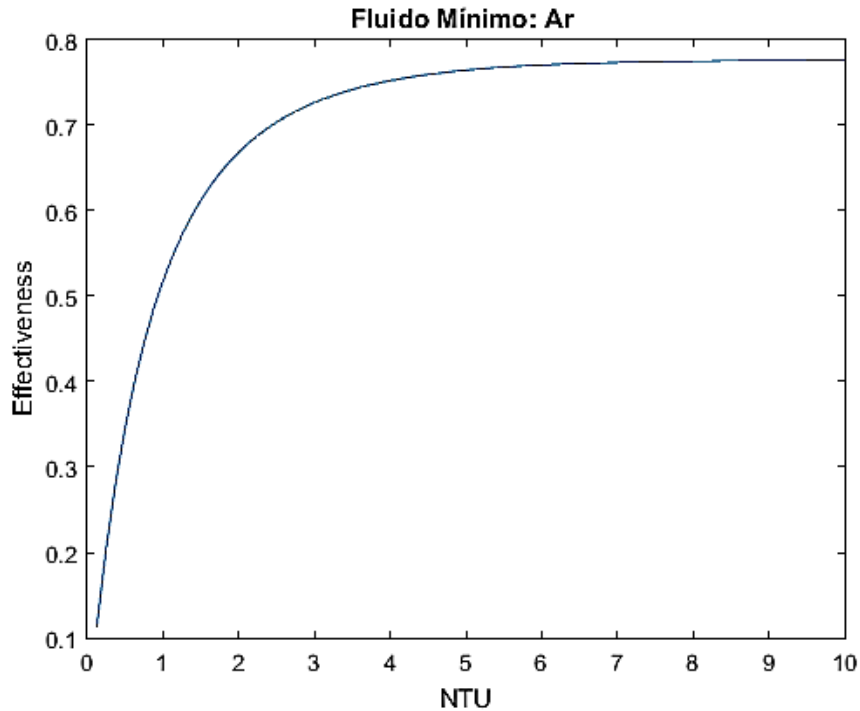


Figura 8 - Relação entre a eficiência e o número de unidades de transferência para o ar como fluido mínimo – $Cr=0,67$

Esta análise estará concluída assim que os valores de eficiência e o número de unidades de transferência estiverem determinados para qualquer situação de escoamento.

É possível concluir através de uma análise dimensional que a eficiência, para o caso do radiador em estudo, é uma função do número de unidades de transferência (NTU), das capacidades térmicas e das temperaturas de entrada no sistema.

Como as variáveis em estudo (caudais e temperaturas), para o caso de um veículo, não apresentam um carácter constante, consequentemente a eficiência do permutador de calor será também variável.

1.6. Alguns aspectos de compactidade e eficácia

De forma a avaliar um permutador de calor compacto, também é possível ter em consideração alguns parâmetros quantitativos que relacionam vários aspectos do escoamento. Um coeficiente fundamental quantifica a área frontal exposta ao escoamento com o volume “fechado” (*enclosed volume*); o diâmetro hidráulico, D_h :

$$D_h = \frac{4V_s}{A_s} \quad (15)$$

Ou, em alternativa:

$$D_h = \frac{4A_s}{P} \quad (16)$$

O parâmetro β , denominado por densidade de área superficial, é quantificado inversamente ao diâmetro hidráulico:

$$\beta = \frac{A_s}{V} = \frac{4\sigma}{D_h} \quad (17)$$

Em que a porosidade superficial é definida como [7]:

$$\sigma = \frac{V_s}{V} = \frac{A_s}{A} \quad (18)$$

A segunda igualdade é válida apenas se as áreas frontais A_s e A se mantiverem constantes ao longo do permutador.

O número de Stanton, St , é baseado no caudal específico, G , relativo à área efectiva que é atravessada pelo escoamento.

$$G = \frac{\dot{m}}{A_s} \quad (19)$$

O caudal específico tem dimensões coerentes com o próprio, que caracteriza a quantidade de fluido que passa por uma unidade de área por segundo:

$$[G] = \frac{kg}{s m^2} \quad (20)$$

Assim, uma forma de avaliar quantitativamente um determinado permutador de calor passa pela determinação do número de Stanton [5]. O desempenho do permutador será tanto maior quanto maior o valor resultante do cálculo do quociente entre o coeficiente de convecção e o produto do caudal específico e o calor específico a pressão constante:

$$St = \frac{h}{G c_p} \quad (21)$$

Não sendo comum no estudo de mecânica de fluidos, este número adimensional é abordado sobretudo na temática de permutadores de calor compactos. Ou seja, é um parâmetro indicativo do desempenho de um permutador de calor quando as dimensões do mesmo se querem diminutas, sem comprometer a sua função principal, a transferência de calor por convecção.

$$[St] = \frac{W}{m^2 K} \frac{s}{kg} \frac{m^2}{J} = - \quad (22)$$

O objectivo da utilização de permutadores compactos passa por atingir valores razoavelmente diminutos de massa e de volume de atravancamento, não comprometendo o desempenho térmico [8]. Num veículo de competição, o maior desafio passa pelo volume ocupado pelos seus sistemas [9], uma vez que se procura minimizar a área frontal e a massa total.

2. Estrutura do trabalho e modelo proposto

No primeiro capítulo houve uma preocupação em demonstrar o contexto do problema, quais os fenómenos físicos inerentes e algumas abordagens de avaliação de desempenho de permutadores de calor. No presente capítulo são demonstradas as principais metas do trabalho.

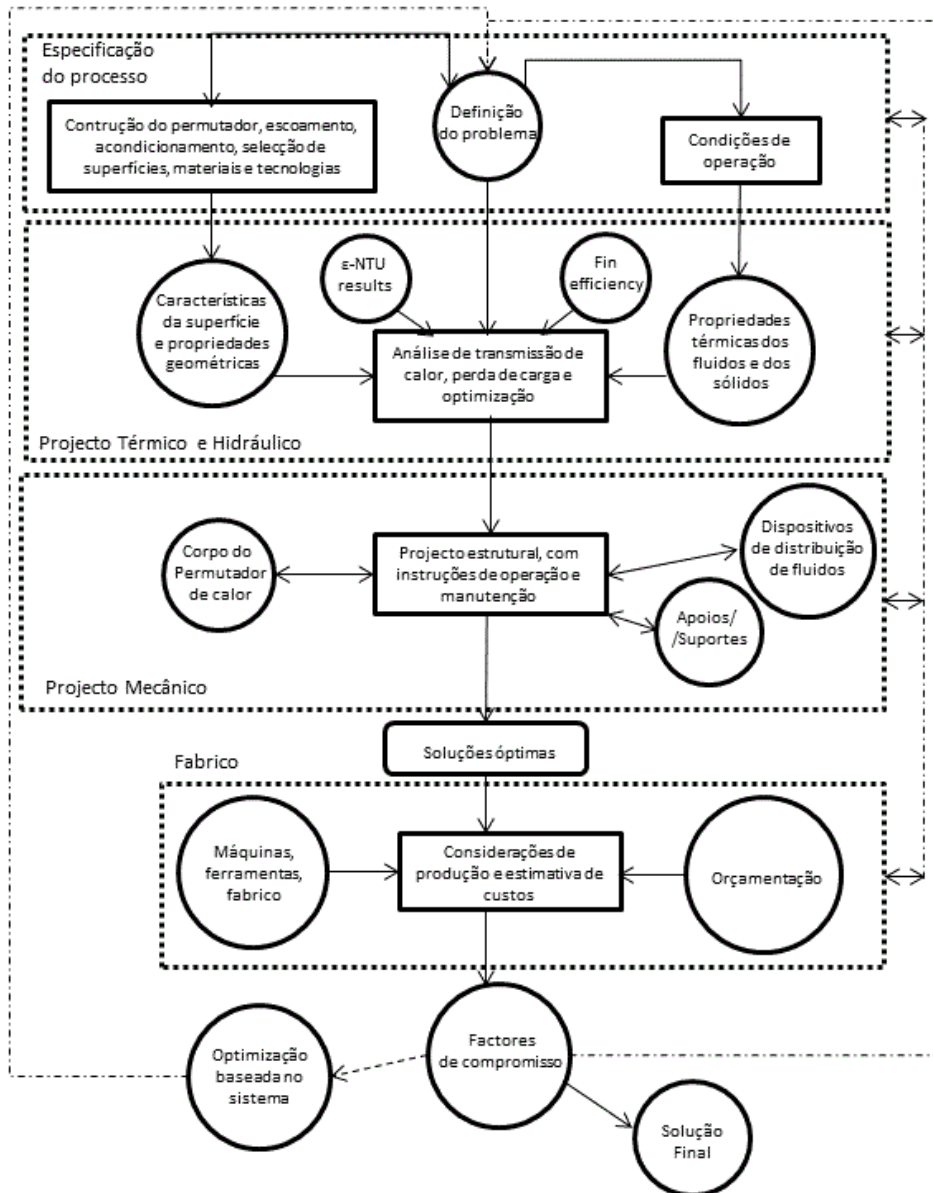


Figura 9 - Metodologia de projecto de permutadores de calor (adaptado) [8]

Na maior parte dos estudos na área da Engenharia, é exigida uma análise dos fenómenos existentes para que o sistema seja projectado e construído de forma a minimizar os riscos de falha. Para tal, muitas vezes é necessário conhecer diversos parâmetros de

funcionamento para que quaisquer intervenções que possam surgir tenham uma justificação plausível. Se os parâmetros fundamentais de controlo não forem conhecidos, não será possível avaliar o sistema em questão.

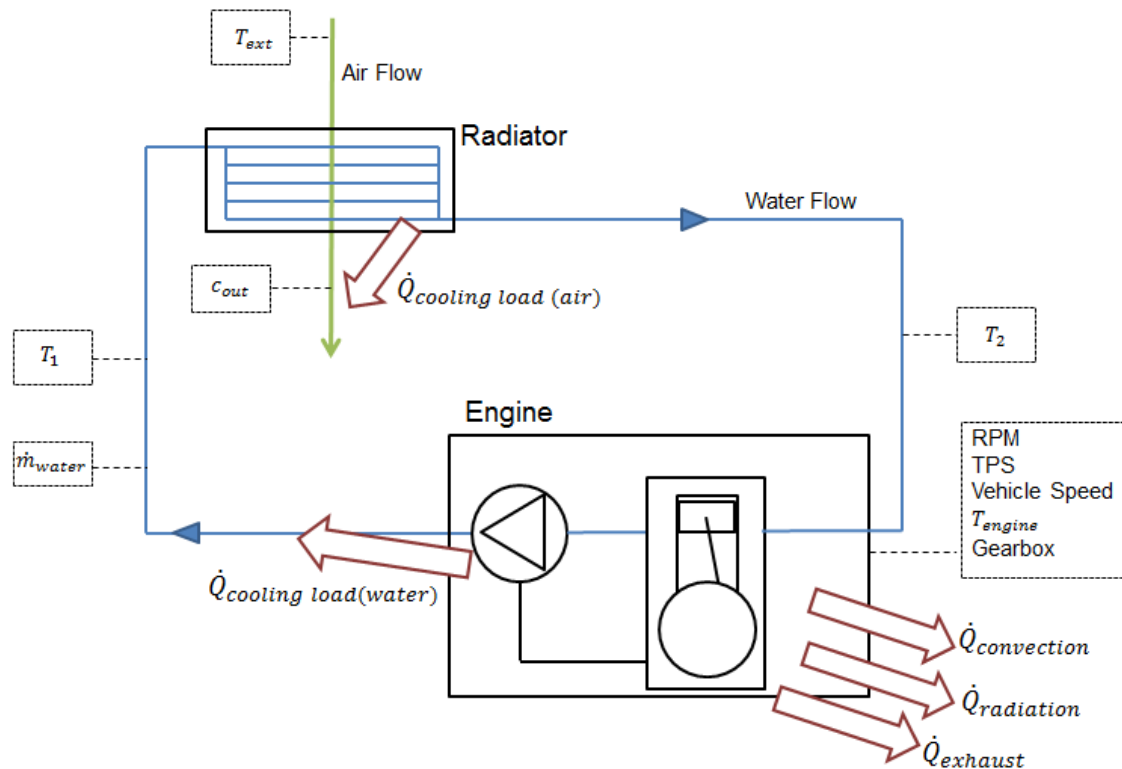


Figura 10 – Modelo do sistema de refrigeração

O objectivo principal deste trabalho passará pela definição de um modelo (Figura 10) que relacione a taxa de calor que é solicitada ao sistema de refrigeração – adiante designada por carga de arrefecimento – com a rotação do motor e a posição da válvula de borboleta do acelerador (TPS – *Throttle Position Sensor*) para determinadas condições de temperatura e velocidade média (3.1.3). Esta abordagem experimental foi já realizada por diversos autores [10] e revela-se eficaz pela sua facilidade de medição dos parâmetros necessários.

Como previamente estudado [8], existem alguns pressupostos que irão ser considerados neste trabalho. O primeiro abaixo listado irá implicar uma medição de parâmetros em regime estacionário do veículo, o que na prática nem sempre se pode realizar a um nível satisfatório [9]. Como tal, o trabalho de pós-processamento a partir dos resultados da secção 3.1 (Ensaio experimentais) revela-se essencial para que se verifiquem os seguintes requisitos:

- A transferência de calor ocorre em condições estacionárias, ou seja, com:
 - a) caudais constantes;
 - b) temperaturas dos fluidos à entrada do permutador independentes do tempo;
 - c) distribuição de temperaturas no permutador propriamente dito independentes do tempo.
- Não existem fontes de energia no permutador de calor, tais como aquecimento por efeito de Joule, reacções químicas ou nucleares.
- A temperatura dos fluidos é uniforme para cada secção transversal, ou seja, não existe um gradiente de temperatura do fluido em questão em direcções perpendiculares ao seu escoamento.
- A resistência de condução é uniformemente distribuída no permutador.
- Não existem mudanças de fase de qualquer fluido.
- A condução de calor num fluido é desprezável na direcção do próprio escoamento.
- Os calores específicos de cada fluido são constantes e calculados para uma determinada temperatura média de funcionamento ($T_{ref,água} = 75^{\circ}C$; $T_{ref,ar} = 35^{\circ}C$)

Pela construção do motor KTM 390, a bomba de água está ligada mecanicamente à cambota. Esta situação implica uma relação directa entre a rotação do motor e o caudal de água no circuito (3.1.1), uma vez que se assume que a perda de carga do sistema apenas varia com a velocidade do fluido em circulação.

Na secção 3.1.2., é abordada a influência da velocidade do veículo com o caudal de ar que atravessa o radiador, com a ventoinha em funcionamento e parada. Através da medição destes parâmetros em simultâneo, é possível estabelecer uma relação entre a velocidade e o caudal de ar que efectivamente contribui para a transferência de calor por meio da convecção. Um teste semelhante é também praticado por diversos autores através da medição da velocidade do escoamento com o auxílio de um Tubo de Pitot. [2]

Este caudal é naturalmente distinto se a ventoinha estiver ligada ou, pelo contrário, funcionar como uma resistência ao escoamento.

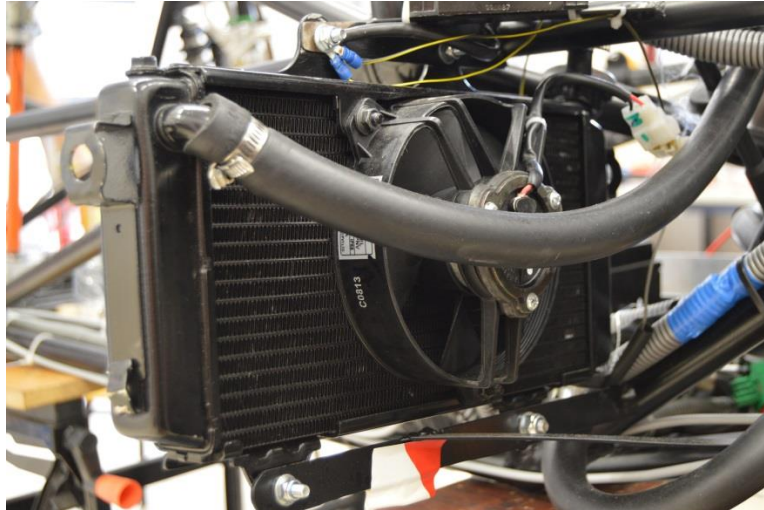


Figura 11 - Pormenor do radiador com ventoinha acoplada

Assim que se definir a relação entre o caudal de água circulante no sistema e a rotação do motor, é possível estabelecer, finalmente, uma função que determine de que modo a carga de arrefecimento varia com alterações nos valores de RPM e TPS.

$$\dot{Q}_{\text{carga de arrefecimento (água)}} = \dot{m}_{\text{água}} c_p (T_1 - T_2) = f\{RPM; TPS\} \quad (23)$$

Esta dependência da carga de arrefecimento com parâmetros de operação do motor poderia entrar em conflito com outros estudos [2], que sugerem a associação da potência calorífica que o sistema de refrigeração consegue dissipar com os caudais de água e de ar. Este cenário traduz-se num paradoxo se considerarmos que a carga de arrefecimento é igualada em todo o momento pela potência dissipada pelo permutador. Para tal, e como a transferência de calor desde o motor até à fonte fria ocorre em duas fases, há que distinguir as duas potências em jogo. No entanto, assim que as temperaturas e caudais respectivos apresentarem um estado estacionário, as duas potências igualam-se.

A secção 3.1.3 enuncia um teste onde se pretende avaliar de que maneira é que a rotação do motor (RPM), a posição da válvula de borboleta de admissão (TPS) e a carga de arrefecimento se relacionam. Outros trabalhos sugerem apenas a determinação da carga de arrefecimento em função da velocidade do motor [2].

Na secção 3.2 é apresentado um estudo que evidencia a importância da inclusão de um canal que direcione o escoamento de ar para o interior das alhetas.



Figura 12 – Pormenor do radiador e Sidepod

Ao longo do quarto capítulo, são discutidos os resultados experimentais e numéricos que foram realizados e expostos no capítulo 3. Todos os estudos foram realizados depois da conclusão do protótipo e das competições, pelo que, de futuro, será preferível que os testes sejam concluídos numa fase anterior à competição.

Já na secção 4.3, é realizada uma simulação de pista com o auxílio do software da OptimumG, OptimumLap ©. Este programa permite obter múltiplos dados ao longo do percurso estipulado, nomeadamente rotação do motor, velocidade engrenada e velocidade do veículo. Daqui são retirados os dados necessários para estabelecer qual a carga de arrefecimento exigida a partir de cálculos implementados em ambiente MatLab (Figura 13).

Consequentemente, é possível concluir, para quaisquer traçados conhecidos e condições de temperatura ambiente, se o sistema avaliado no terceiro capítulo cumpre o requisito de manter a temperatura da água à saída do motor abaixo dos 95 °C, uma vez que, em termos genéricos, “para o rendimento máximo de um motor de combustão interna, a temperatura deve situar-se entre os 85 °C e os 95 °C” [9].

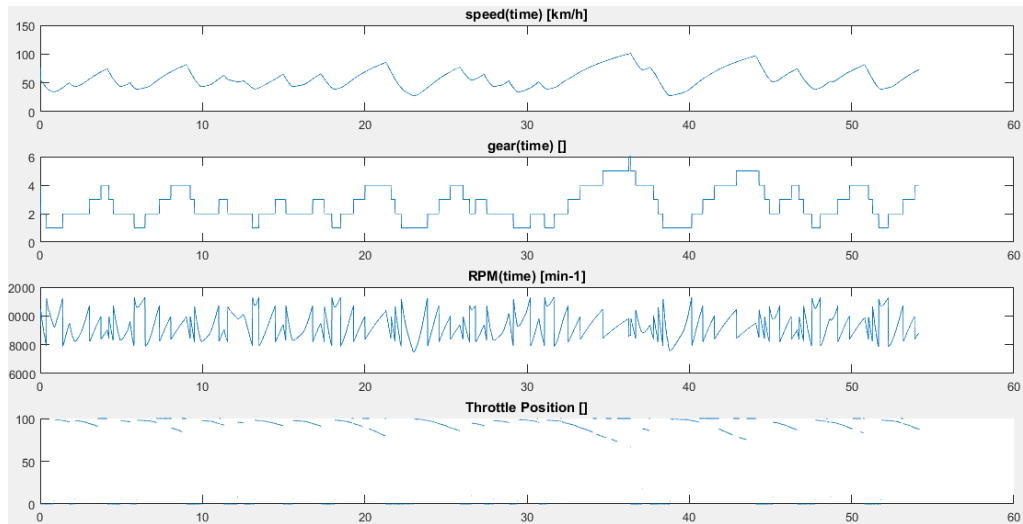


Figura 13- Dados retirados do software OptimumLap

3. Ensaaios

3.1. Ensaaios Experimentais

3.1.1. Função do caudal de água com a rotação do motor (RPM)

Este teste tem o propósito de estabelecer uma relação directa entre as duas variáveis medidas de acordo com os objectivos presentes no capítulo 2. Existe algum trabalho prático que não é possível incluir na totalidade neste documento. Contudo, em jeito de demonstração, mostra-se na Figura 14 partes do trabalho de soldadura e maquinação das placas de circuito impresso que é necessário realizar para a aquisição de sinal.



Figura 14 - Sérgio Francisco (esquerda) a soldar e José Simões a furar PCB's

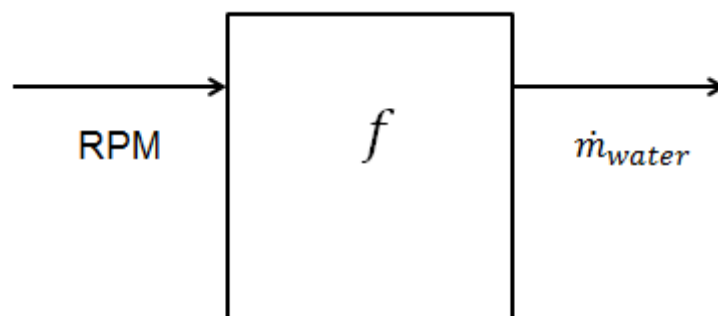


Figura 15 - Dependência entre rotação do motor e o caudal de água

O teste é feito com recurso a um sensor de caudal baseado na rotação de uma turbina. Como se pode visualizar na Figura 17, o sensor foi montado em série na ligação entre o

motor e a entrada do radiador, não sem antes realizar um teste prévio como se ilustra na montagem da Figura 16. Este teste teve o objectivo de verificar se aquisição de sinal estaria a ser realizada correctamente.

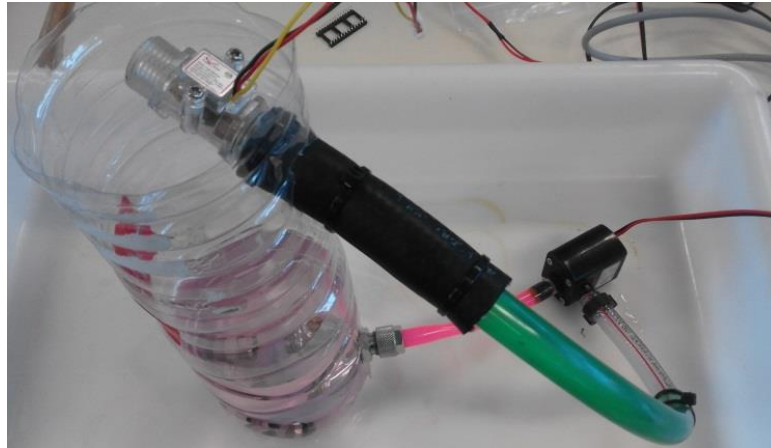


Figura 16 - Teste ao caudalímetro

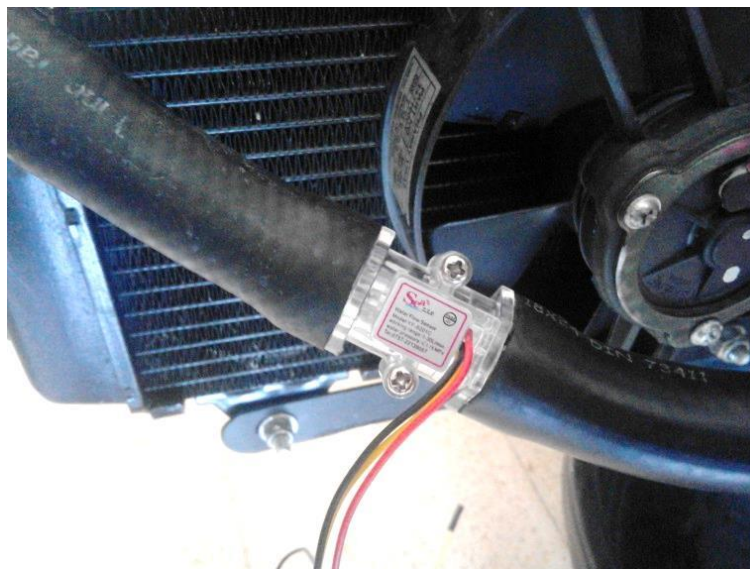


Figura 17 - Sensor de caudal montado na tubagem do sistema de refrigeração

A rotação da turbina é medida por um sensor de efeito de Hall, como pode ser observado pela Figura 18. Uma primeira medição foi efectuada para verificar a gama de valores a medir. Desta feita foi possível verificar que o caudalímetro escolhido é o adequado para esta aplicação.

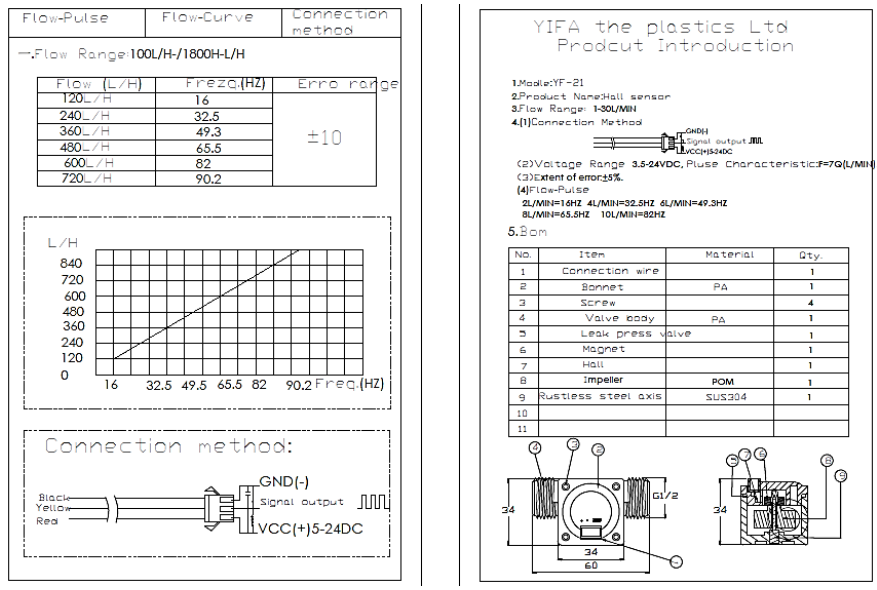


Figura 18 - Ficha de produto do caudalímetro

Havendo uma correspondência linear entre a frequência de impulsos e o caudal de água, foram obtidos os seguintes resultados (Figura 19) que ilustram a relação entre a rotação do motor e o caudal. Os resultados estão também em anexo a este trabalho (Anexo II).

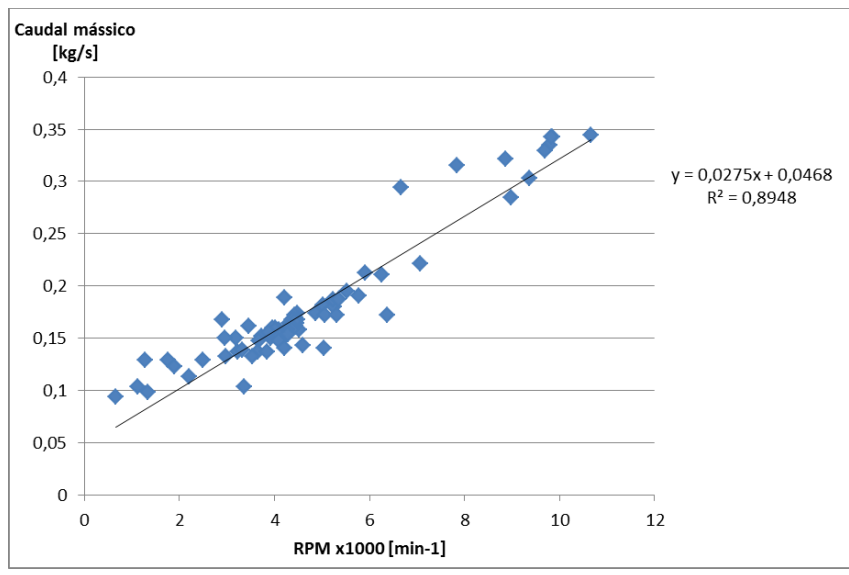


Figura 19 - Caudal mássico de água em função de RPM

A partir deste gráfico, e tomando a estimativa da recta interpoladora como a mais correcta, foi calculado o desvio padrão para efeitos de exclusão de valores excessivamente desviados da recta de referência.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}{N}}$$

(24)

E, tomando um critério de aceitação para cada valor:

$$|Y_i - \bar{Y}| > 2 \cdot \sigma$$

(25)

Apresentam-se os resultados sem valores atípicos (Figura 20):

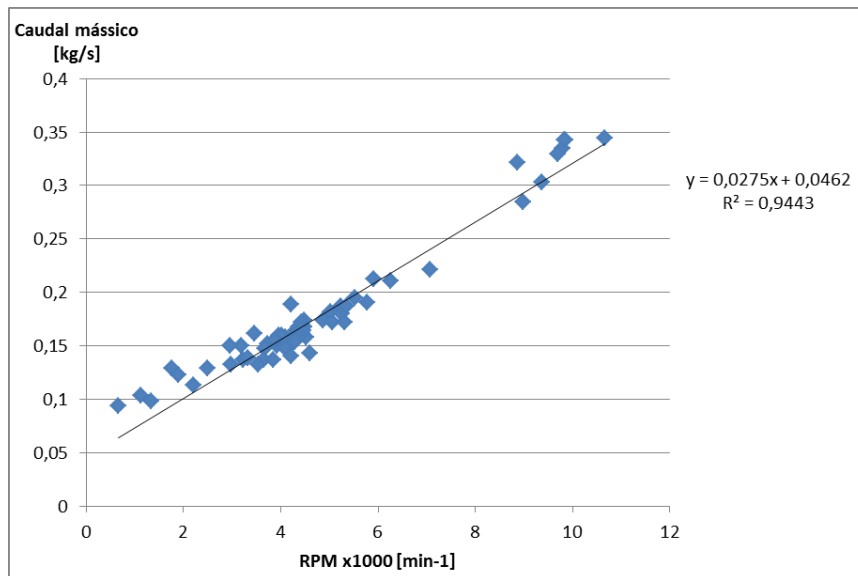


Figura 20 - Caudal mássico de água em função de RPM (sem valores atípicos)

É então possível estabelecer a relação entre RPM e caudal mássico:

$$\dot{m}_{\text{água}} = 2,75 \cdot 10^{-5} \cdot RPM + 0,0462$$

(26)

Esta função entre caudal de água e rotação do motor será incluída no capítulo 4 para conclusão do modelo proposto.

Contudo, ao contrário do que seria de esperar, a correlação entre as duas variáveis aqui estudadas não é perfeita. Este fenómeno poderá muito provavelmente estar relacionado com fenómenos transientes, uma vez que o caudal não é medido à saída da bomba. Por outro lado, o ruído associado à aquisição de sinal pode afectar a leitura dos resultados. Finalmente, o valor do erro relativo do caudalímetro pode explicar de forma exclusiva a dispersão de resultados.

3.1.2. Medição do caudal de ar

Podem ser utilizadas várias técnicas para a medição do caudal de ar que passa através das alhetas do radiador. A escolha recaiu sobre aquela que implica um custo mínimo.

Este teste servirá para complementar e validar as simulações realizadas ao longo da secção 3.2, uma vez que a simulação numérica não implica uma geração de resultados totalmente fidedignos. Contudo, em falta de resultados provenientes da experimentação, assume-se que aqueles são suficientemente razoáveis.

O princípio inerente à medição, neste caso, prende-se com a aplicação directa da equação de Bernoulli para um escoamento incompressível. Esta indica que, para uma linha de corrente sem demais transferências de energia, a energia associada à pressão do fluido somada à energia cinética e à energia potencial gravítica possuem um somatório constante [11] como se pode observar na Figura 21.

$$p_i + \frac{1}{2} \rho c_i^2 + \rho g z_i = p_T$$

(27)

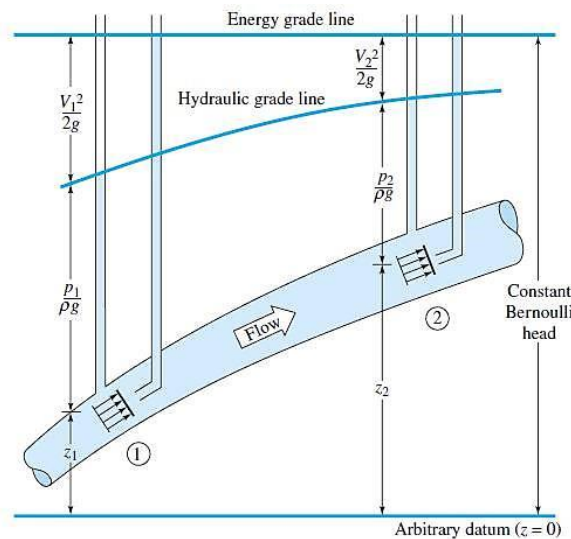


Figura 21 - Distribuição de energia segundo a equação de Bernoulli [12]

Esta relação também implica a condições de estacionariedade e de incompressibilidade, para além da ausência de atrito.

Então, para uma variação nula do termo gravítico z_i , pode-se assumir:

$$p_i + \frac{1}{2} \rho c_i^2 = p_T \quad (28)$$

E, para uma medição através de um Tubo de *Pitot*, pela diferença entre a pressão dinâmica e a pressão estática, é possível determinar a velocidade do ponto de medição escolhido:

$$c_i = \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_T - p_{atm})} \quad (29)$$

A construção do sensor baseado no Tubo de *Pitot* foi realizada com o auxílio de um sensor de pressão que mede a diferença entre de pressão total p_T - em linha com o escoamento - e a pressão estática - p_{atm} - em que a sua tomada deve ser ortogonal ao fluxo de ar.



Figura 22 – Sensor de pressão diferencial do tipo Tubo de Pitot

Na Figura 23, é representado de uma forma simplificada o caudal que atravessa as alhetas do radiador, subdividido em:

$$\dot{m}_{ar} = \dot{m}_{fan} + \dot{m}_{core} \quad (30)$$

Em que:

$$\dot{m}_{fan} = \rho_{ar} c_{saída} A_{ventoinha} \quad (31)$$

$$\dot{m}_{core} = \rho_{ar} C_{saída} A_{corpo}$$

(32)

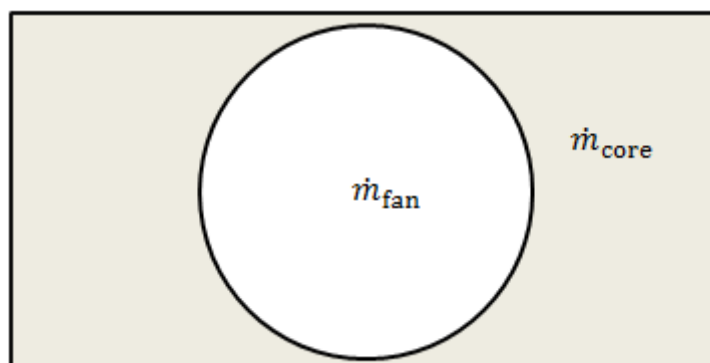


Figura 23 - Esquemática dos diferentes caudais de ar no radiador

Este teste deverá ser realizado também para a determinação do caudal de ar através da ventoinha em função da tensão eléctrica fornecida à mesma.

Uma vez que não houve oportunidade de realizar este teste devido a um problema na placa de aquisição de sinal dedicada ao sensor, usar-se-ão os resultados da secção 3.2.

3.1.3. Medição da taxa de calor transferida ao sistema de refrigeração

Com as relações determinadas através dos testes anteriores é possível, com a medição das temperaturas do circuito de água para valores fixos de RPM e TPS (idealmente), determinar a carga de arrefecimento. Este teste tem o objectivo então de obter uma relação directa entre a RPM, TPS e a carga de arrefecimento exigida ao sistema de refrigeração.

Conforme Nienhuis, M., (2012), poderia ser realizado este teste acoplado o motor a um banco de ensaio, sendo este eficaz na medida em que permite a determinação da Carga de Arrefecimento para cada valor de rotação do motor e de abertura da válvula do corpo de admissão. Contudo, sendo este um teste em que se tenta recriar uma situação de funcionamento real, o facto de o veículo permanecer no banco de ensaio, não permite a existência da permuta de calor por convecção forçada pelas fronteiras do motor, aumentando assim a carga de arrefecimento, como descrito na secção 1.3. Para obter

uma resposta fidedigna e que permita uma leitura estável das temperaturas T_1 e T_2 , é necessário que as condições de funcionamento de entrada (RPM e TPS) permaneçam constantes por um certo período de tempo. Isto só será possível se as forças resistentes ao movimento (de inércia ou de natureza aerodinâmica ou de rolamento) permitam igualar aquela desenvolvida pelo motor. Para tal, este teste deve ser realizado em curva de raio e velocidade constantes, de modo a que as temperaturas envolvidas no processo atinjam os seus valores estacionários. Além disso, variando a velocidade do veículo e o raio da curva, é possível encontrar diversos valores de RPM e TPS que estabilizam as forças presentes, para diferentes ensaios (34). Esta prática pode ser validada na medida em que diversos autores referem que os resultados da carga de arrefecimento e a avaliação do sistema de refrigeração são distintos consoante forem obtidos partir de um túnel de vento ou da circulação de um veículo em pista [13].

$$t: K_1 \dot{W} = \mu mg + \frac{1}{2} C_D \rho A v^2 \quad (33)$$

$$n: K_2 \dot{W} = m \frac{v^2}{R} \quad (34)$$

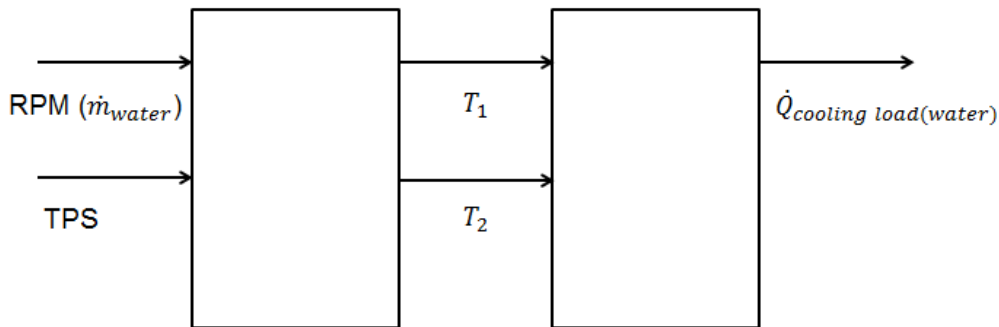


Figura 24- Princípio de dependência da carga de arrefecimento

Para obter uma sensibilidade superior para a gama relevante de temperaturas - [40;100]°C - , foi introduzida uma resistência de 1 k Ω como é esquematizado no diagrama da Figura 25.

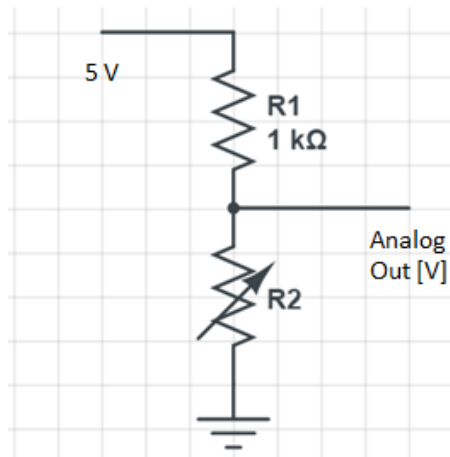


Figura 25 - Condicionamento de sinal da saída analógica dos sensores de temperatura

Em que a resistência R2 varia com a temperatura da forma ilustrada na Figura 26. Trata-se de um sensor do tipo NTC (*Negative Temperature Coefficient*).

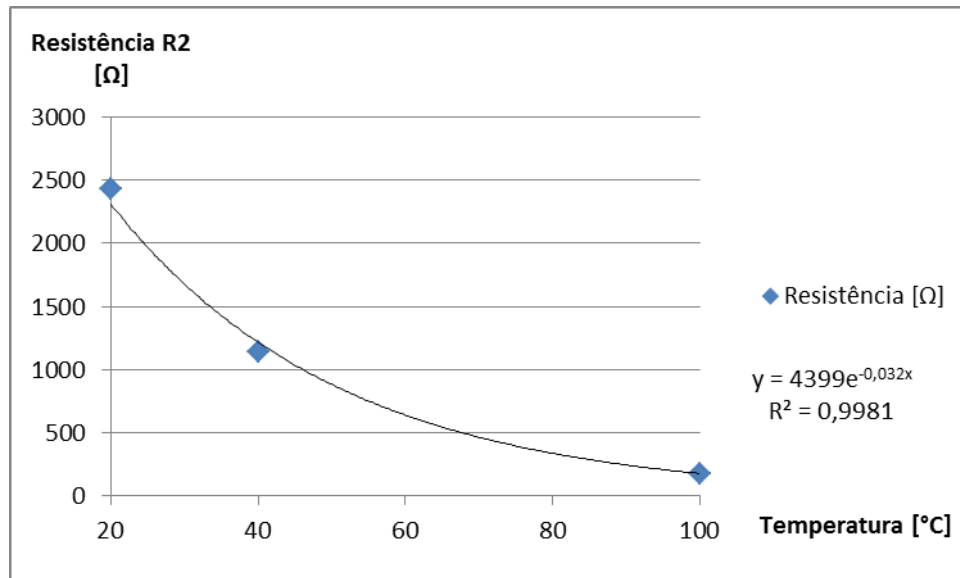


Figura 26 - Variação da resistência R2 com a temperatura lida

Atendendo ao divisor de tensão apresentado:

$$V_{out} = 5 \cdot \frac{4400e^{-0,032T}}{4400e^{-0,032T} + 1000}$$

$$\Leftrightarrow V_{out}(4400e^{-0,032T} + 1000) = 5 \cdot 4400e^{-0,032T}$$

$$\Leftrightarrow V_{out} \cdot 1000 = (5 - V_{out}) \cdot 4400e^{-0,032T}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1000 \cdot V_{out}}{4400 \cdot (5 - V_{out})} = e^{-0,032T}$$

$$\Leftrightarrow T = -\frac{\ln\left(\frac{5}{22} \cdot \frac{V_{out}}{5 - V_{out}}\right)}{0,032} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (35)$$

Cujo gráfico se apresenta abaixo (Figura 27). Este processo foi realizado de forma a tornar a sensibilidade do sinal de saída aproximadamente constante.

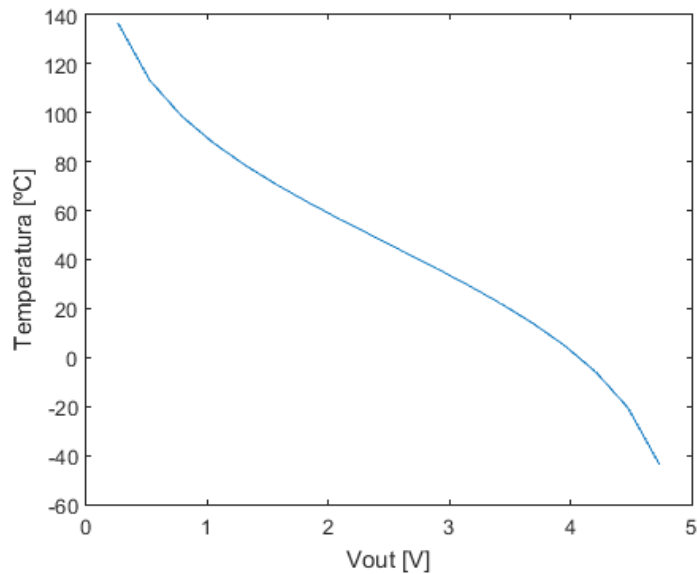


Figura 27 - Temperatura em função do sinal de saída

De modo a determinar se o erro de leitura dos sensores de temperatura é significativo, estes foram colocados em simultâneo numa panela de água. De seguida, procedeu-se ao aquecimento sensível do sistema até aos 100 °C (Figura 28). A partir deste valor sabe-se que o calor absorvido pela água é exclusivamente latente, não havendo incremento de temperatura.

Verificou-se que, de facto, as últimas temperaturas registadas pelos sensores rondam os 100°C. Registou-se também um majorante do erro de 0,5 °C para a gama de temperaturas medidas [30;100] °C.

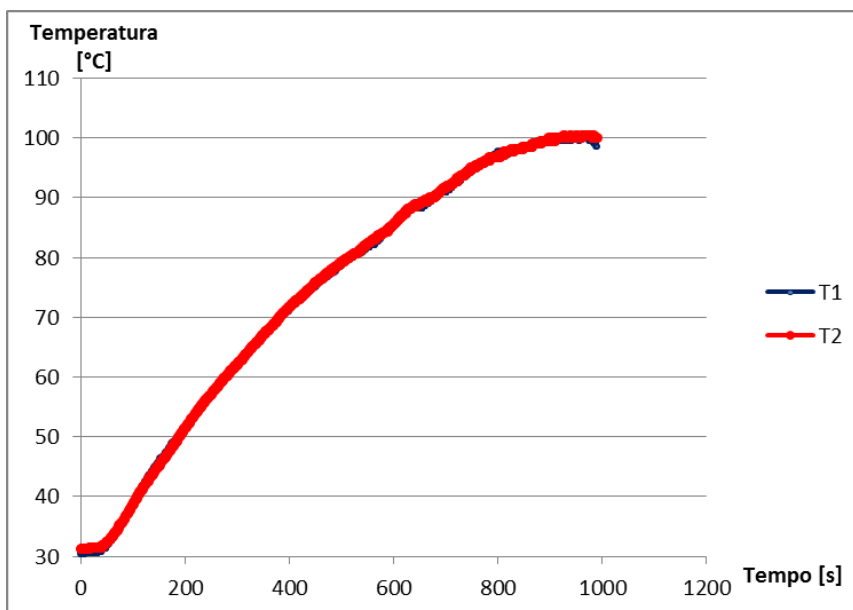


Figura 28 - Teste aos sensores de temperatura

A montagem dos sensores de temperatura (Anexo IV), destinados à realização dos testes, é esquematizada na Figura 29.



Figura 29 - Adaptação dos sensor de temperatura da água

Assim, de forma a estudar previamente a evolução das temperaturas ao longo do tempo, o veículo foi imobilizado (com o motor em vazio), em que a temperatura exterior foi de 18°C (Figura 30). Numa primeira fase, a ventoinha ficou ligada até se atingir uma estacionariedade razoável. A partir dos 800 segundos, esta foi desligada, induzindo uma nova fase transiente. Numa fase posterior, aos 1020 segundos, a ventoinha foi novamente ligada, induzindo um decréscimo de ambas as temperaturas

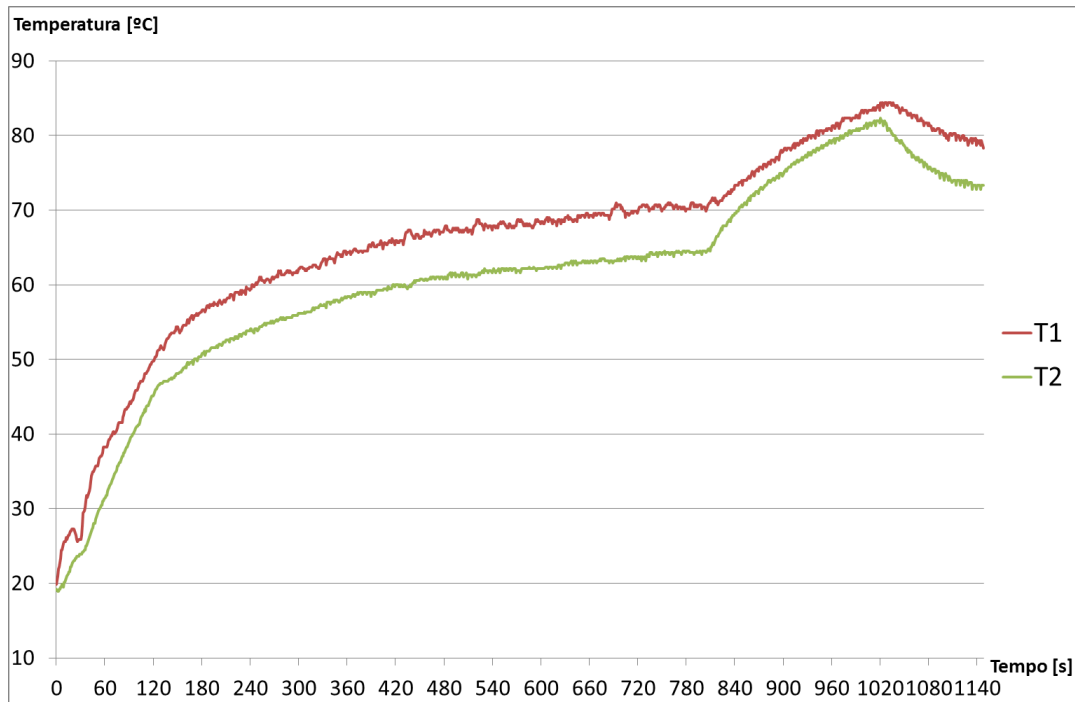


Figura 30 - Evolução das temperaturas T1 e T2

Dos dados obtidos, e a partir da equação (23), é possível obter o gráfico da Figura 31. Então, para valores médios de RPM e TPS de (2900;4,3), é possível extrair um valor de carga de arrefecimento de 3900 W, como se observa na Figura 31.

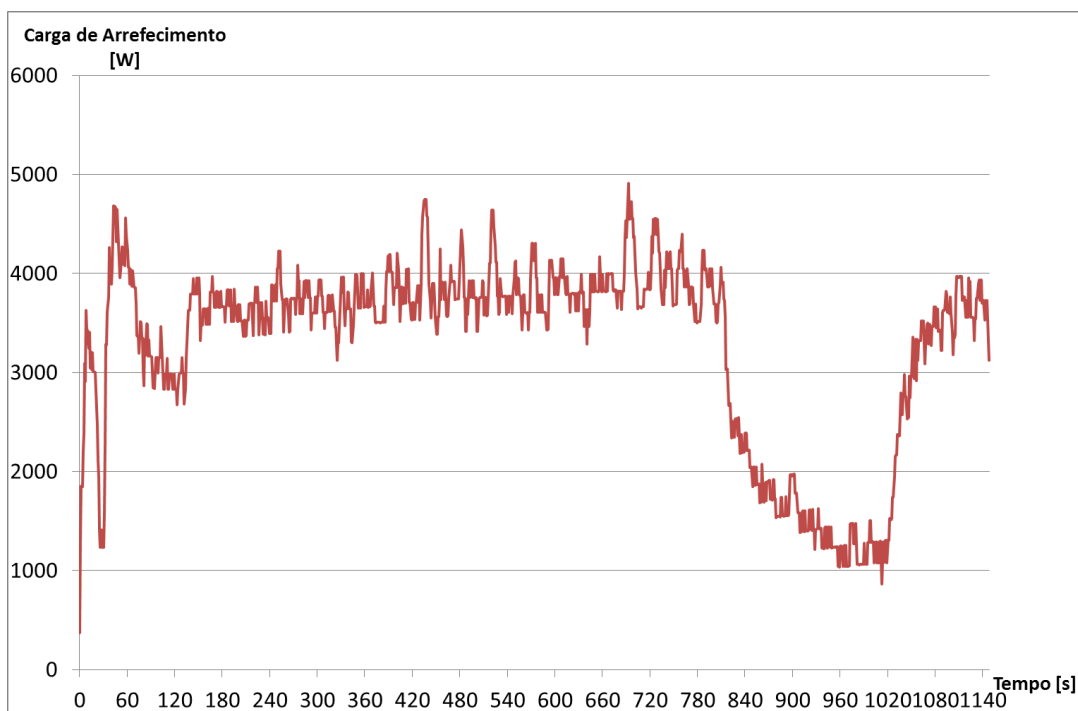


Figura 31 - Carga de arrefecimento

Foi realizado um ensaio semelhante (em vazio), para valores diferentes de TPS. Os resultados correspondentes estão representados na Figura 32. Como pode ser observado, no ensaio em vazio, uma pequena variação no valor médio de TPS implica uma variação considerável nos valores de rotação do motor.

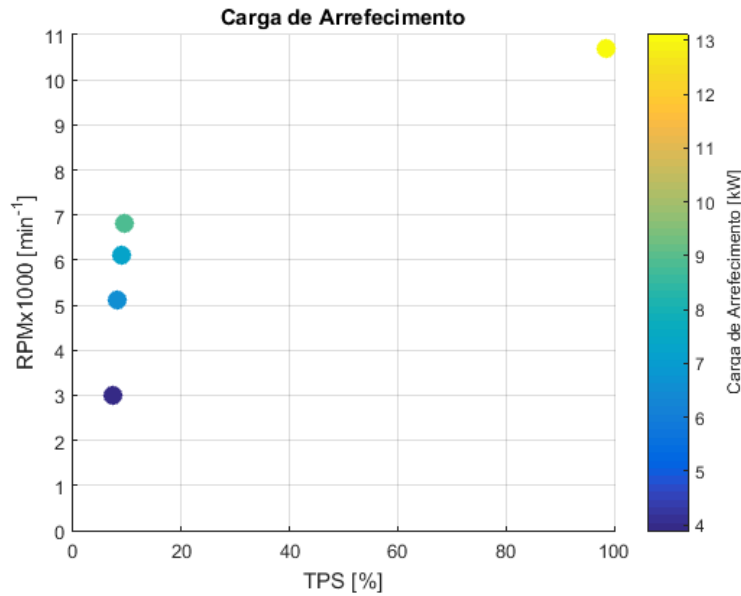


Figura 32- Carga de Arrefecimento (TPS, RPM) em vazio

Devido ao sistema presente no veículo de controlo electrónico do acelerador (ETC), a posição da válvula de borboleta do corpo do acelerador (TPS) não é medida directamente. Existe então um sensor de posição do pedal do acelerador (APPS). Daqui sabe-se que o sinal deste último se situa num valor entre 320°, para a posição mínima de TPS, e 160°, para a sua posição máxima, que representa a abertura total da válvula. Assim e para haver uma representação deste valor em percentagem a partir do sinal de saída, procede-se ao seguinte pós-processamento de normalização [14]:

$$APPS_{[0;100]} = -\frac{APPS - 320}{1,6} \quad (36)$$

.De seguida, o valor resultante é transformado na posição da válvula:

$$TPS = 3,6 \cdot e^{0,034 \cdot APPS_{[0;100]}} \quad (37)$$

Uma vez que se pretende expressar analiticamente uma função que depende de duas variáveis, o método utilizado passa por estudar de maneira isolada a dependência de

cada uma para a carga de arrefecimento. Ou seja, implicará o estudo da carga de arrefecimento para uma gama de RPM e para cada valor de TPS, ou vice-versa. Para tal, numa primeira fase será necessário um perfil de condução que obedeça minimamente à Figura 33 e que tenha em conta os pressupostos anteriormente descritos. Para o primeiro caso, o teste deverá ser realizado numa posição de acelerador (TPS) constante, variando de forma gradual a rotação do motor. Tal poderá ser realizado ao descrever curvas de raio cada vez maior para que a força resistente envolvida seja cada vez menor.

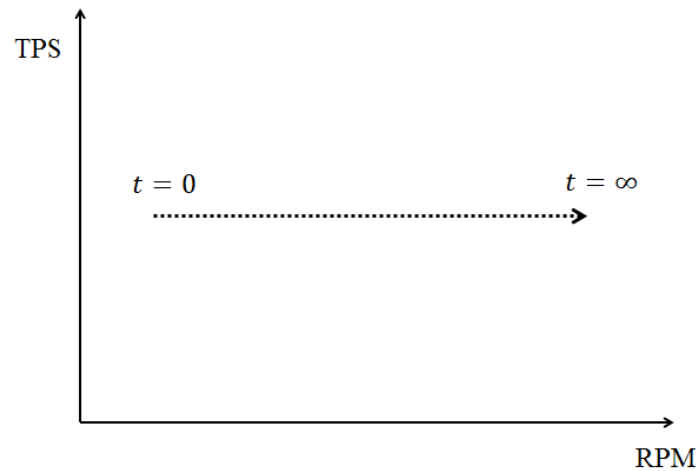


Figura 33 - Variação de TPS e RPM para a primeira parte do ensaio

Alternativamente, haverá a obrigatoriedade de manter a rotação do motor a um nível aproximadamente constante e variar a posição do acelerador (Figura 34). De forma a reduzir a variação da rotação do motor para um valor mínimo, recomenda-se que o piloto mantenha uma relação de velocidade elevada. Desta forma a sensibilidade entre TPS e RPM não será tão elevada.

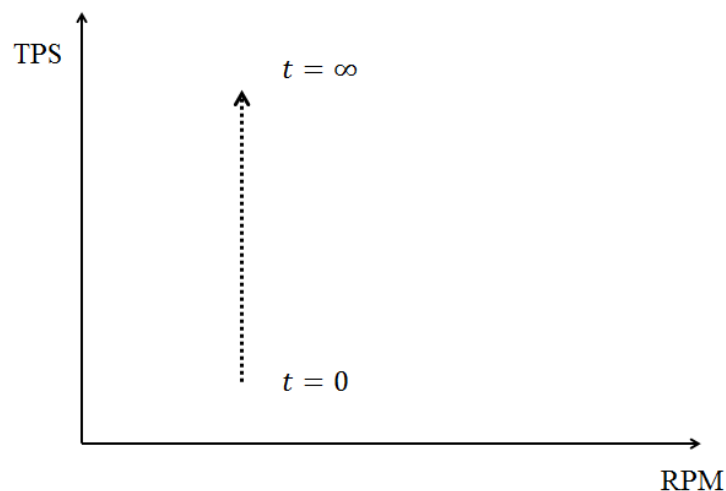


Figura 34 - Variação de TPS e RPM para a segunda parte do ensaio

Nas duas figuras anteriores, é necessário que cada ponto representado (RPM, TPS) traduza um estado estacionário para a carga de arrefecimento. Para além disso, apenas num estado estacionário de temperaturas será possível afirmar que a carga de arrefecimento que é absorvida pela água é igualada pela potência calorífica que o sistema de refrigeração rejeita para o exterior. Tal implica uma análise cuidada no pós-processamento.

Tendo em conta a elevada variabilidade dos resultados obtidos, não foi possível interpretar demais estados estacionários com o veículo em carga. Daqui optou-se por completar a função de carga de arrefecimento a partir de três pontos significativos. O último ponto representado foi obtido através de uma técnica de extrapolação baseada na evolução do incremento da carga de arrefecimento, de modo a simular um estado estacionário:

Tabela 2 - Valores significativos (TPS, RPM, Carga de Arrefecimento)

TPS	[%]	7,33	9,5	98,5
RPM	[min ⁻¹]	3000	6800	10700
Carga de arrefecimento	[W]	3900	8860	13100

A partir daqui, é calculado um plano que os contenha, resultando:

$$\dot{Q}_{\text{carga de arrefecimento}} = -39,27 - 16,34 \cdot \text{TPS} + 1,311 \cdot \text{RPM} [\text{W}]$$

(38)

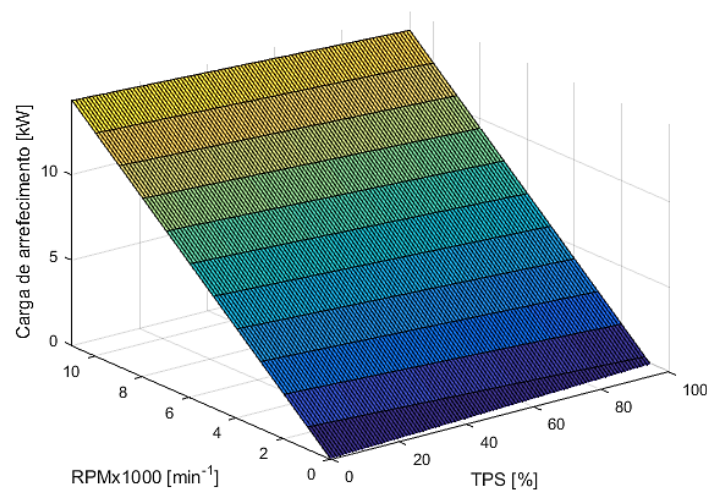


Figura 35 - Gráfico da carga de arrefecimento em função de TPS e RPM

3.2. Estudos Numéricos

As simulações de escoamento com o auxílio do *add-in Flow Simulation* do software *Solidworks* obrigam a uma malha computacional bastante refinada, pela compacidade do permutador e pela geometria algo complexa do mesmo. Desta feita, para o estudo preliminar presente nas figuras Figura 36 e Figura 38, foi feita uma simulação onde a geometria é confinada a uma área frontal muito reduzida.

O objectivo desta secção é essencialmente o de conhecer o escoamento, alguns parâmetros que o determinam e, daí, poder retirar sugestões de melhoria ao sistema actual, bem como algumas relações entre variáveis.

Para os conjuntos de simulações, foi considerada a mesma temperatura inicial para todos os componentes. Daqui, a variação de volume específico do fluido pela variação de temperatura não será relevante nos resultados.

Respeitando os pressupostos definidos no capítulo 2, não se procedeu a uma análise que se desviasse do comportamento estacionário do escoamento. Para além disso, tendo em conta os valores de número de Reynolds inerentes à gama de velocidades típica do problema, não se utilizou um modelo de escoamento laminar.

3.2.1. Simulação preliminar

Dando ênfase ao escoamento de ar através das alhetas do radiador, poder-se-ia esperar que, na região entre as alhetas, houvesse um aumento da velocidade do ar, pela redução de área. Contudo, observando a Figura 36 tal não acontece e isso pode ser explicado na medida em que se presencia um escoamento externo, o que significa que não há imposição de um caudal de saída nulo nas fronteiras paralelas à direcção do escoamento não-perturbado.

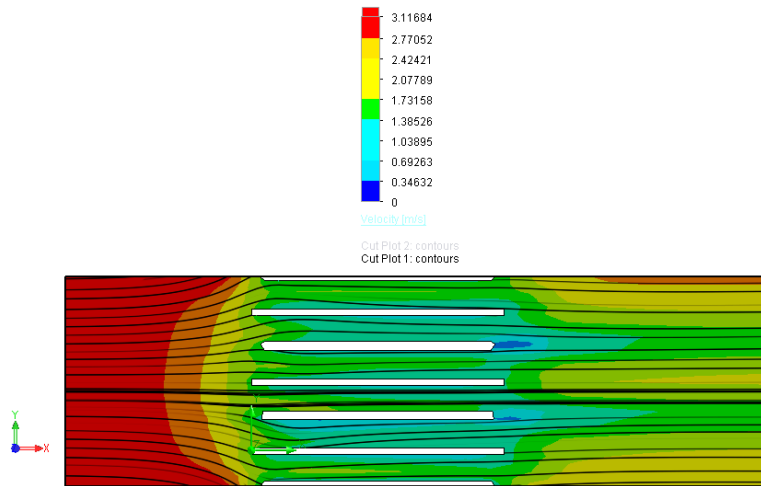


Figura 36 - Cut-plot do escoamento num plano paralelo a xOy

A Figura 36 mostra o caso do escoamento (em corte) num plano próximo do limite geométrico do objecto, conforme observado na Figura 37. Tal significará então que, na presença de um obstáculo em condições de escoamento externo, ainda que a área de passagem se reduza, o escoamento ocorrerá em zonas de menor resistência à sua inércia de movimento.

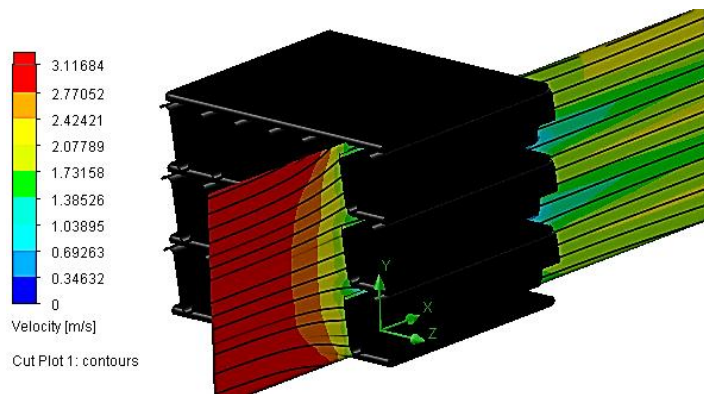


Figura 37 - Localização do Cut-plot da Figura 36

O efeito comentado não é tão severo em zonas mais próximas do centro geométrico do mesmo. Por outras palavras, nos limites geométricos do objecto em estudo, o escoamento de fluido tende a contornar o mesmo, como observado na Figura 38.

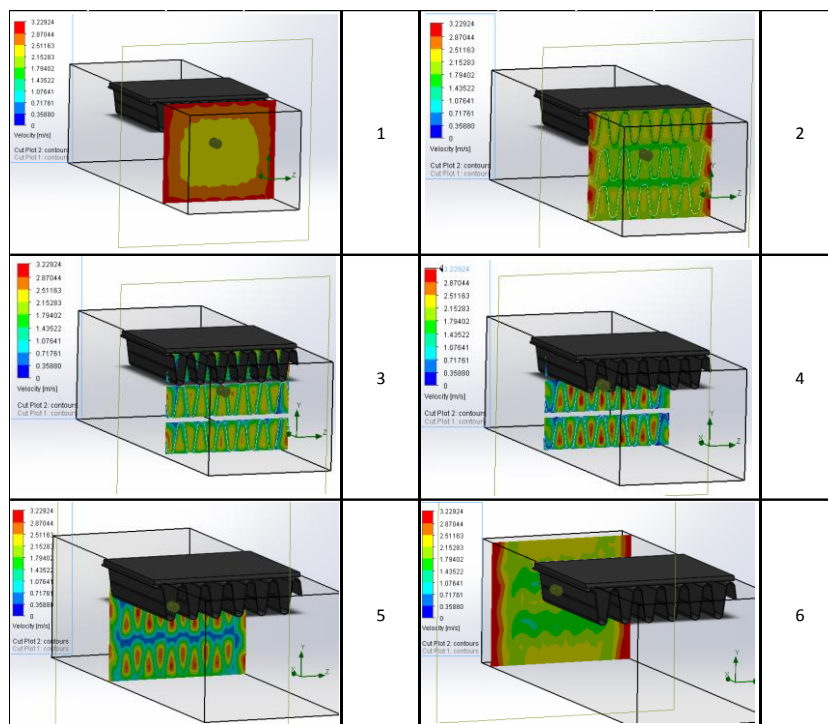


Figura 38 - *Cut-plot* do escoamento em sucessivos planos paralelos a yOz

Este efeito pode ser minimizado através da introdução de uma tubeira convergente a montante do radiador, uma vez que a transferência de calor por convecção associada a um escoamento na fronteira de um objecto é uma propriedade que aumenta com a velocidade do mesmo, como se pode deduzir da equação (15).

3.2.2. Determinação do caudal de ar que atravessa o radiador

O objectivo das simulações seguintes é a determinação do caudal de passagem pelas alhetas do radiador em função da velocidade do escoamento potencial. Contudo pela complexidade geométrica do objecto em estudo, a geração de malha para o cálculo numérico está limitada, uma vez que um maior número de elementos de fluido impossibilita a resolução do caso em estudo. De maneira a contornar este problema, que poderia impossibilitar de todo a fixação de uma relação entre a velocidade do veículo e a velocidade do escoamento na passagem pela secção do permutador, é feito um estudo de convergência com base na variação do diâmetro hidráulico. A partir de um modelo simplificado, com furos de passagem aproximadamente quadrangulares, pode-se avaliar

de uma maneira eficaz o escoamento, sem comprometer a resolução computacional. Os resultados de velocidade deste estudo estão contidos no Anexo II deste trabalho.

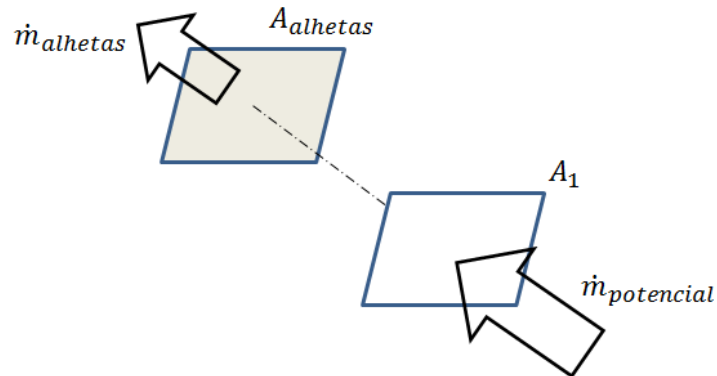


Figura 39 - Esquemática do caudal que atravessa as alhetas e do caudal potencial

Uma variável fundamental que se procura estabelecer é a razão entre o caudal de ar que atravessa a área de passagem pelas alhetas do radiador¹ e aquele que atravessa uma área igual à projectada pelo corpo do radiador num plano paralelo a montante e perpendicular à direcção do escoamento (A_1), a uma distância tal que se possa considerar escoamento potencial (*free stream flow*). Tomou-se a liberdade de introduzir uma denominação para tal como “rendimento” do escoamento:

$$\eta = \frac{\dot{m}_{alhetas}}{\dot{m}_{potencial}} \quad (39)$$

E assumindo que a massa volúmica se mantém constante ao longo de uma linha de corrente, é objectivo das simulações seguintes a determinação da velocidade num plano que seccione o modelo. Estes valores foram retirados a partir de um número suficientemente elevado de pontos contidos nesse plano.

¹ $A_{alhetas} = A_1 \times \sigma$

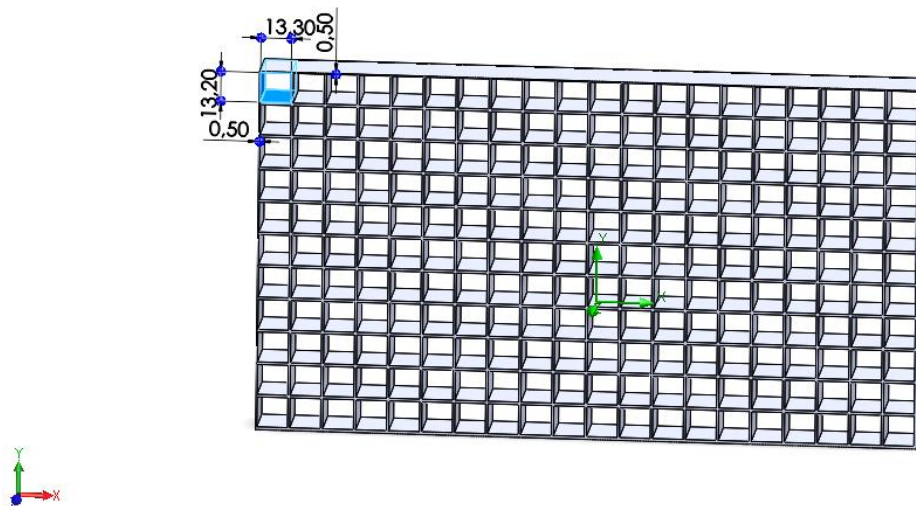


Figura 40 - Modelo simplificado do radiador com $D_h=13,25$ mm

Como exemplo, para uma velocidade do escoamento potencial de 20 m/s, e para a configuração da Figura 40, obteve-se uma distribuição de velocidades à saída como se pode observar na Figura 41. A partir dos valores da velocidade segundo a direcção do escoamento potencial, é determinado um valor médio de 17,9 m/s. O caudal resultante cifra-se nos 0,833 kg/s resultando num “rendimento” de 76%. Este valor, como seria de esperar irá sofrer um decréscimo, em linha com a redução do diâmetro hidráulico de cada canal de passagem.

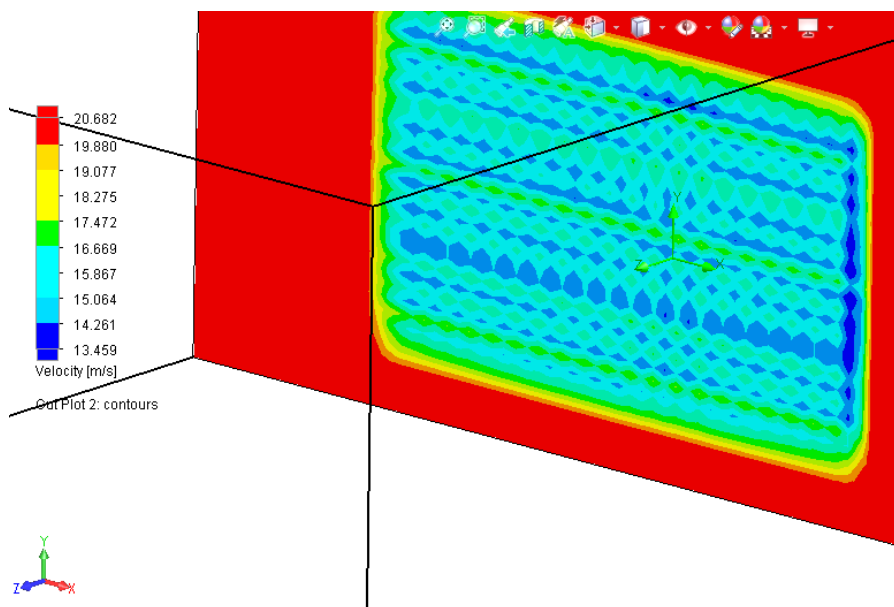


Figura 41 - Gráfico cromático de velocidade num plano posterior ao modelo

Todas simulações presentes nesta secção foram calculadas a partir de uma malha como a que se mostra na Figura 42.

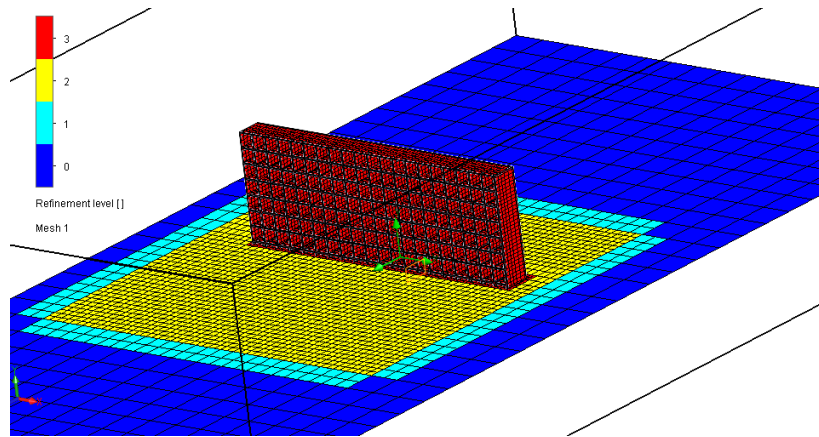


Figura 42 - Níveis de refinamento da malha computacional

Então, com o objectivo de extrapolar um “rendimento” para um diâmetro hidráulico cada vez menor, são criadas diversas geometrias semelhantes, tendo por base de diferenciação a dimensão dos furos, mantendo tanto quanto possível constante a porosidade superficial do modelo. Um resumo dos diversos modelos é apresentado na Tabela 3, dando origem a grupos de simulações em que o escoamento é testado para uma gama de velocidades de 5, 10, 20 e 40 m/s, em que o número de Reynolds mínimo correspondente à primeira velocidade e ao menor diâmetro é de 1021.

Tabela 3 - Resumo das características geométricas dos modelos para simulação

Dimensão quadrados		Diâm. Hidráulico [mm]	Área radiador	Área total	Porosidade
L1	L2				
13,3	13,2	13,25	7010	45633	0,85
8,2	8,3	8,25	6430		0,86
6,65	6,6	6,62	7010		0,85
4	4,1	4,05	7257		0,84
3	3,1	3,05	7243		0,84

Com os resultados de velocidades em determinados pontos devidamente espaçados e contidos num plano coincidente à face posterior do radiador, obteve-se um valor médio de velocidade no sentido do escoamento potencial a partir dos valores de velocidade presentes no Anexo II. Com este parâmetro, calculou-se o caudal e, por fim, o “rendimento” do escoamento, como se demonstra na Tabela 4.

Tabela 4 - Exemplo de cálculo do “rendimento” do escoamento para velocidade inicial de 5 m/s

Diâm. Hidráulico [mm]	Velocidade [m/s]		Caudal [kg/s]		Rendimento escoamento
	Inicial	Final	Inicial	Final	
13,25	5	4,4	0,275	0,205	0,745
8,25	5	3,4	0,275	0,161	0,584
6,62	5	3,5	0,275	0,163	0,592
4,05	5	2,7	0,275	0,125	0,454
3,05	5	3,1	0,275	0,143	0,522

Em jeito de análise dos resultados, houve o cuidado de, para cada conjunto de velocidades observar a evolução do “rendimento” com o diâmetro hidráulico uma vez que esta se torna uma característica essencial do escoamento.

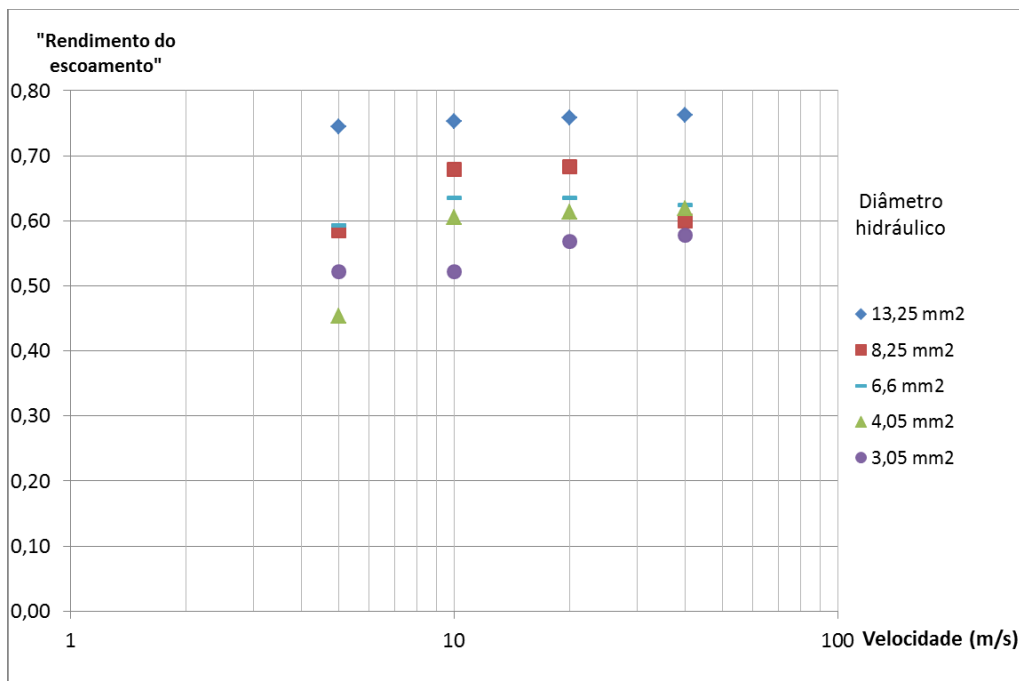


Figura 43 – Rendimento do escoamento em função da velocidade

Em primeiro lugar, existe uma perda generalizada de “rendimento” para um diâmetro reduzido. Este fenómeno era esperado, ainda que a porosidade se imponha constante, por analogia com as redes de pesca. Nestas, quanto mais fina é a rede, menores são também os peixes que consegue deter. No limite, se o diâmetro hidráulico dos furos do modelo fosse mais reduzido do que as moléculas do fluido que o atravessa (ou mesmo nulo), iria haver uma retenção completa das moléculas, anulando o escoamento na área em estudo e impossibilitando o escoamento. Assim, houve esse cuidado na escolha da

função que melhor aproxima os valores presentes no gráfico da Figura 44, as funções de potência do tipo:

$$y = ax^b \tag{40}$$

Estas que apresentam uma abcissa (diâmetro hidráulico) e ordenada (rendimento) nulas em simultâneo.

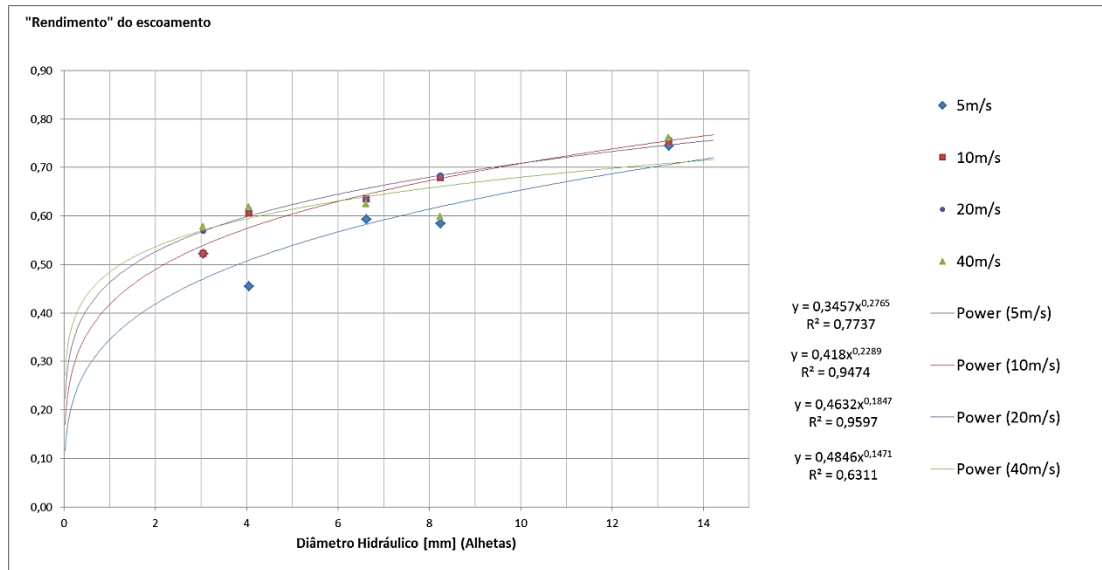


Figura 44 – “Rendimento” do escoamento em função do diâmetro hidráulico

Por outro lado, a escolha de funções de interpolação deste tipo torna-se mais relevante para velocidades entre 10 e 20 m/s, em que o coeficiente de correlação é quase unitário, havendo mesmo uma semelhança dos coeficientes das duas funções. Calculando a média dos seus coeficientes, obtém-se a expressão analítica:

$$\eta_{10-20} = 0.44 Dh^{0.207} \tag{41}$$

Em que o diâmetro hidráulico é introduzido em milímetros.

Aplicando o mesmo método para as velocidades mais reduzidas, verifica-se que previsivelmente, para uma extrapolação a um diâmetro hidráulico inferior, o efeito de resistência aerodinâmica tornar-se-á mais severo.

Medindo o diâmetro hidráulico da secção de passagem unitária:

$$Dh = 4 \frac{A}{P} = 4 \times \frac{16,1}{15,79} = 4,1 \text{ mm} \quad (42)$$

e, introduzindo este valor numa função exponencial cujos coeficientes são determinados a partir da média dos coeficientes das quatro funções de interpolação, pode-se calcular um valor de “rendimento” do escoamento:

$$\eta_{\text{mín}} = 0,428 \times D_h^{0,21} = 0,58 \quad (43)$$

Curiosamente, o valor de diâmetro hidráulico característico do permutador de calor compacto traduz, a partir de 10 m/s, um “rendimento” constante de 60%. Verifica-se então que a peça utilizada adquire, um espaçamento de alhetas coerente com um critério de compromisso entre o “rendimento” do permutador e a dimensão do mesmo. Este critério permitirá atingir a potência de arrefecimento necessária, não aumentando substancialmente a perda de carga ou coeficiente de arrasto aerodinâmico do objecto.

Observando agora, na Figura 45, a evolução do “rendimento” com o número de Reynolds baseado no diâmetro hidráulico e na velocidade média do escoamento, do conjunto global dos resultados, é possível tecer algumas considerações importantes. Com o aumento da velocidade, as rectas que interpolam os valores apresentam-se com um declive cada vez mais reduzido. Na prática, isto significa que, para velocidades elevadas, o valor de diâmetro hidráulico torna-se pouco importante para a variação do “rendimento”.

De outro ponto de vista, existe uma convergência dos valores do “rendimento” em torno de 50% para números de Reynolds relativamente reduzidos (Figura 45). Por último, existe alguma dispersão dos resultados, embora não seja severa.

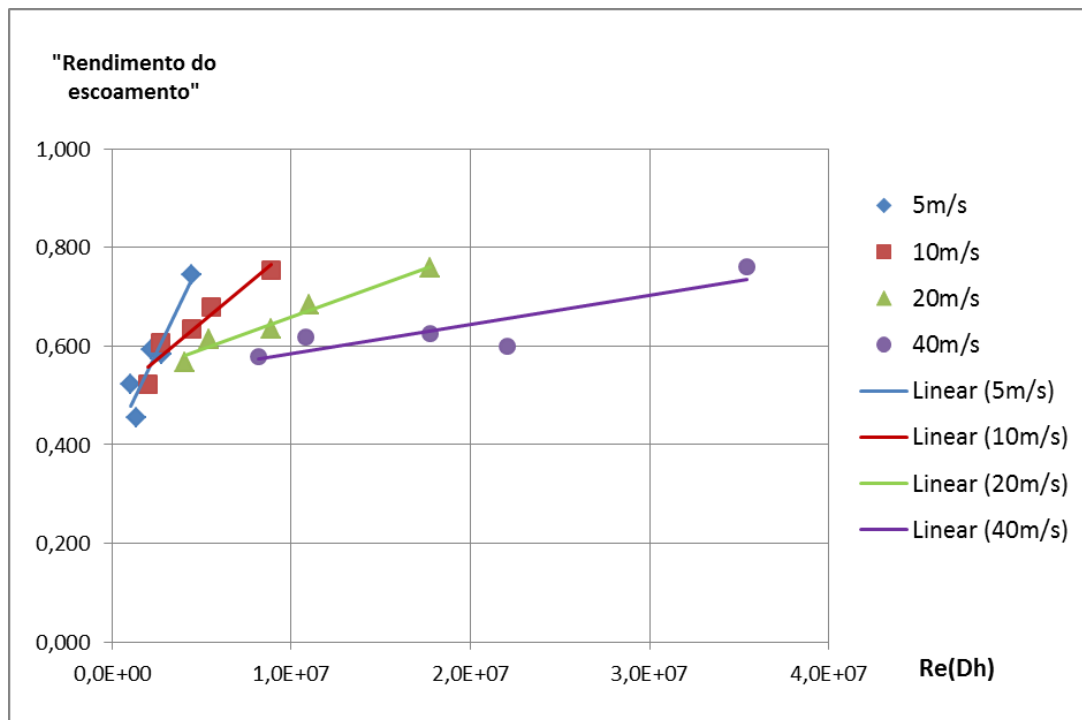


Figura 45 - Evolução do “rendimento” em função do número de Reynolds

Segundo o pretendido para a secção 4.2, apresenta-se na Tabela 5 a relação entre a velocidade potencial do escoamento e o caudal de ar que atravessa as alhetas.

Tabela 5 - Resumo de velocidade e caudal para o diâmetro hidráulico do radiador

Velocidade [m/s]	Caudal [kg/s]
5	0,125
10	0,333
20	0,675
40	1,36

Tais valores podem resultar numa função que relaciona as duas variáveis (Figura 46). Esta função (44) será a indicada para utilização na secção 4.3.

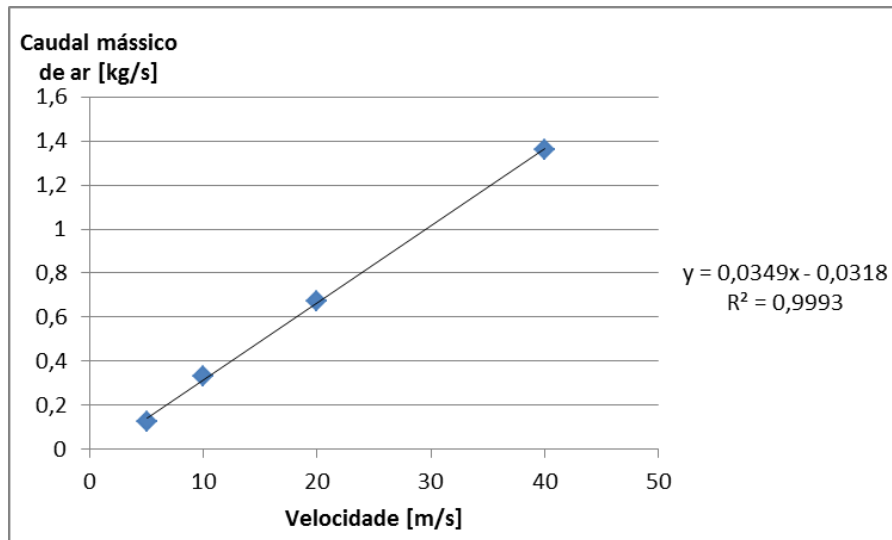


Figura 46 - Regressão linear entre velocidade e caudal de ar

$$\dot{m}_{ar} = 0,0349 \cdot c_{veículo} - 0,0318$$

(44)

3.2.3. Vantagens da utilização de um canal interior ao *sidepod*

No conjunto das anteriores simulações, apenas se procedeu à análise do escoamento através de modelos do corpo do radiador de modo a quantificar o aproveitamento do caudal que o atravessaria sem outra geometria envolvente. Deste modo, é exigido um estudo que evidencie os benefícios da inclusão de um canal direccionador do escoamento para o corpo do permutador compacto. Tal como nas simulações anteriores, procede-se à aplicação de uma geometria simplificada do radiador com um *sidepod* (com ou sem canal), parte da carenagem do veículo e o piso. O modelo do radiador é aquele que melhor se adequa à geometria real, ou seja, o que possui um diâmetro hidráulico semelhante de 4,1 mm. Aqui, para além de uma malha global grosseira, procedeu-se a um refinamento das malhas locais em zonas de gradiente de velocidade mais elevados. Estas resumem-se às zonas de entrada e saída do *sidepod* e, mais importante, às zonas circundantes do modelo do radiador, como se pode observar pelo gráfico de refinamento de malha da Figura 47.

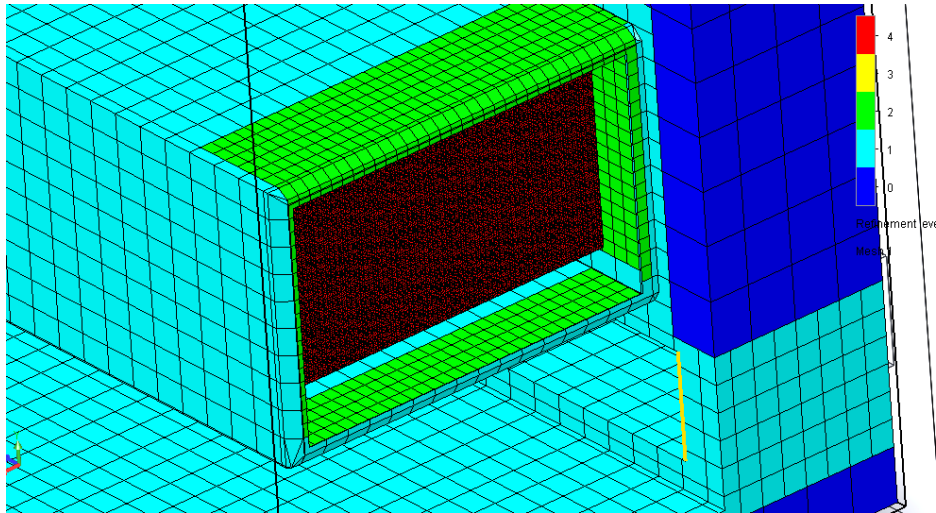


Figura 47 - Pormenor da geometria de Sidepod sem canal e refinamento da malha computacional

Para uma velocidade do veículo de 5 m/s, obteve-se o seguinte gráfico de velocidade segundo a direcção perpendicular ao corpo do radiador (Figura 48). As velocidades à entrada do sidepod sem canal são significativamente inferiores à velocidade potencial do escoamento (*free stream velocity*). Por isto, torna-se desde já evidente a necessidade de direccionar, de forma completa, quaisquer variações de velocidade do escoamento para o corpo alhetado do permutador de calor.

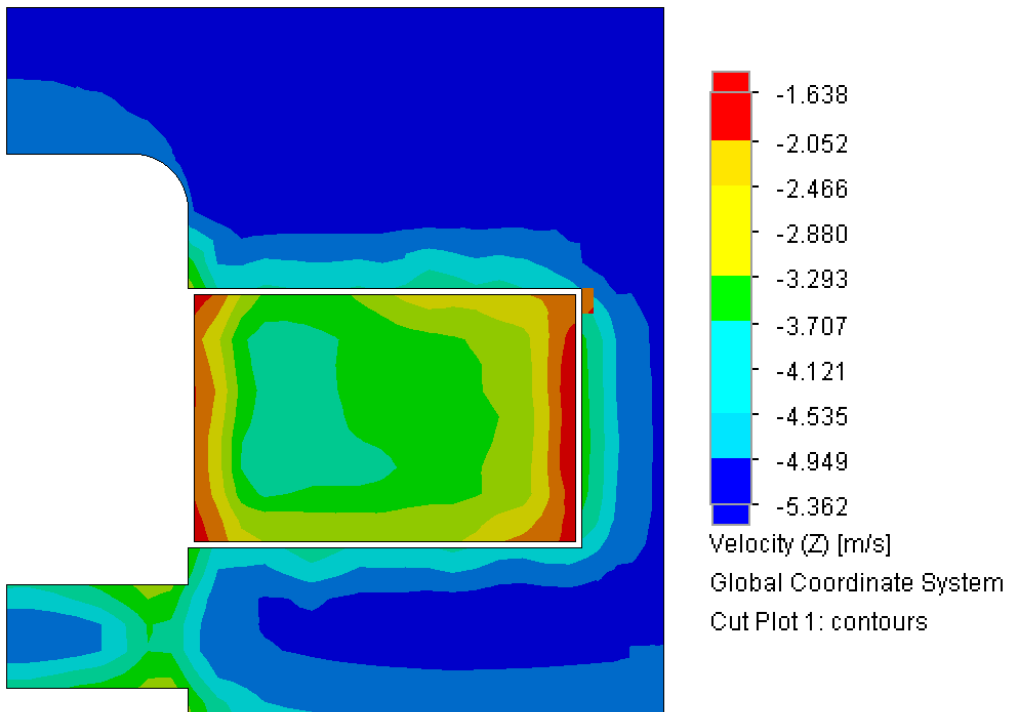


Figura 48 - Velocidade à entrada do sidepod sem canal

Pela Figura 49, no gráfico de linhas de corrente e de velocidade existe um desvio das linhas logo à entrada do *sidepod* para o exterior do mesmo. Nesta zona verifica-se também um decréscimo da velocidade. O efeito torna-se também evidente na zona do radiador, que se assemelha a um corpo não fuselado (*bluff-body*).

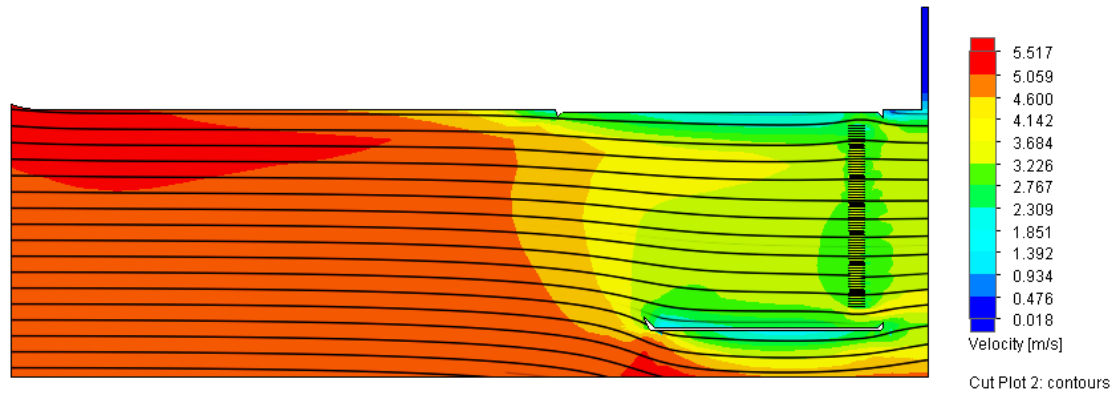


Figura 49 - Velocidade e linhas de corrente do escoamento num plano paralelo ao chão

Nota-se quer pelo gráfico da Figura 49, quer da Figura 50, um desvio das linhas de corrente para zonas que não são tão relevantes para a transferência de calor por convecção.

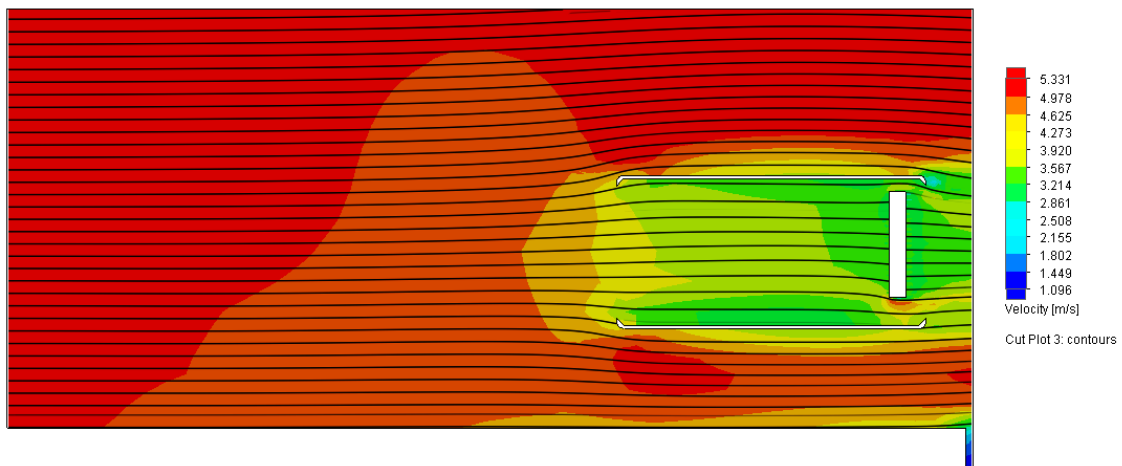


Figura 50 - Velocidade e linhas de corrente num plano perpendicular aos eixos do veículo num *sidepod* sem canal

Num outro estudo, focando então a inclusão de um canal directriz do caudal de entrada no *sidepod* para o interior alhetado do permutador (Figura 51), torna-se importante concluir sobre as suas vantagens em termos quantitativos (Figura 52).

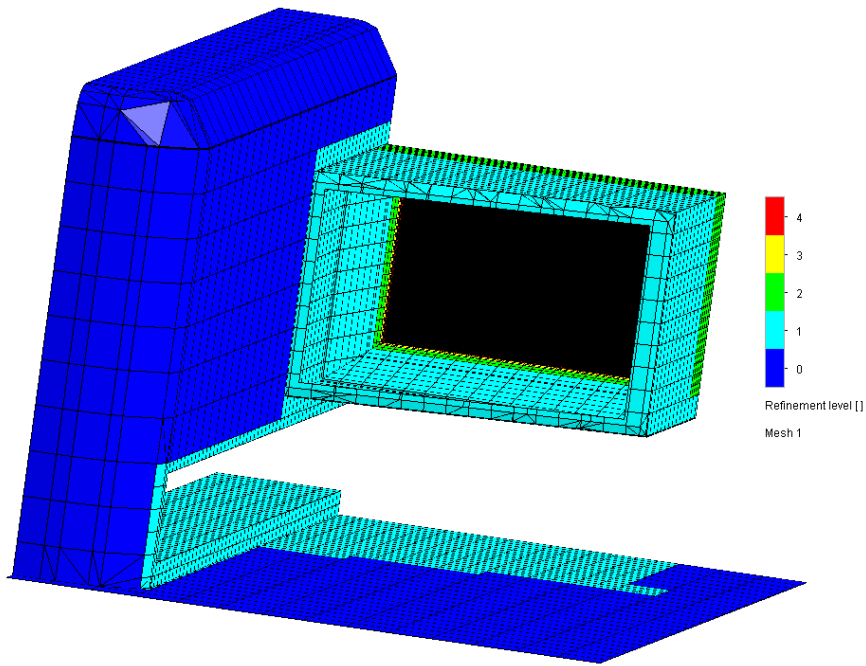


Figura 51 - Malha da geometria com canal

O “rendimento” do escoamento aumenta substancialmente com o canal. Esta melhoria justifica a utilização do mesmo, uma vez que o incremento de massa ao sistema inerente à sua presença significa necessariamente um aumento da eficiência do permutador.

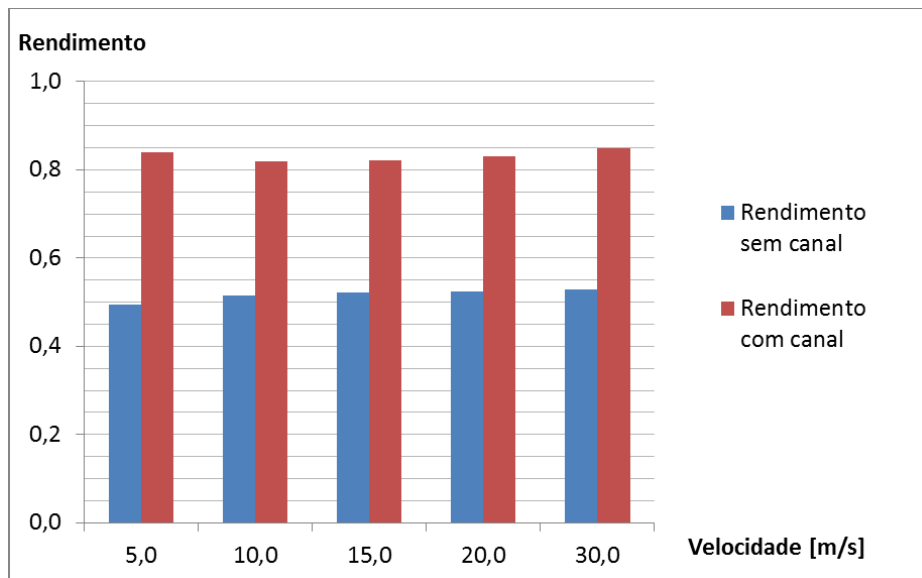


Figura 52 - Comparação do "rendimento" do escoamento para as duas geometrias

Comparando os gráficos equivalentes e para a mesma velocidade, com o canal (Figura 53) ou sem (Figura 50), as vantagens da utilização do mesmo, tornam-se uma vez mais evidentes, existindo mesmo um aumento da velocidade no interior do *sidepod*. Contudo,

poderá existir um aumento da força de arrasto global uma vez que a área exposta ao escoamento é maior e o escoamento é mais perturbado pelo material, como se observará adiante.

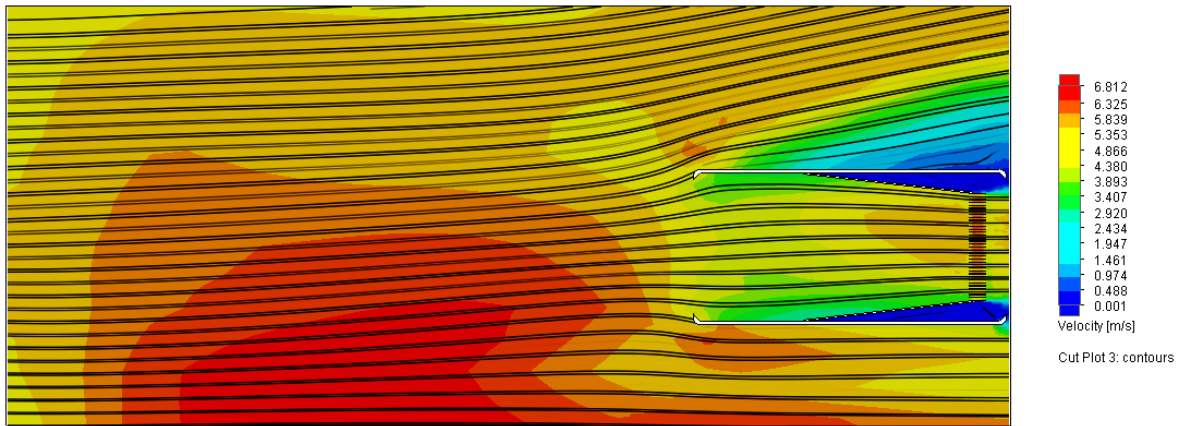


Figura 53 - Velocidade e linhas de corrente num plano perpendicular aos eixos do veículo com canal

Uma vez que a força de arrasto provocada pela geometria sem canal, para uma velocidade de escoamento potencial é de 0,7 N, enquanto que aquela resultante da sua inclusão é de 4,3 N, pode-se rapidamente concluir que os efeitos aerodinâmicos da sua presença são prejudiciais para a aceleração do protótipo (Figura 53). Note-se, pela Figura 53, que no exterior ao *sidepod* existe uma região de velocidade nula. Este fenómeno é indicativo da separação do escoamento, existindo mesmo uma esteira de vórtices. Este efeito deve ser minimizado através da construção de uma geometria que seja solidária com as linhas de corrente do escoamento.

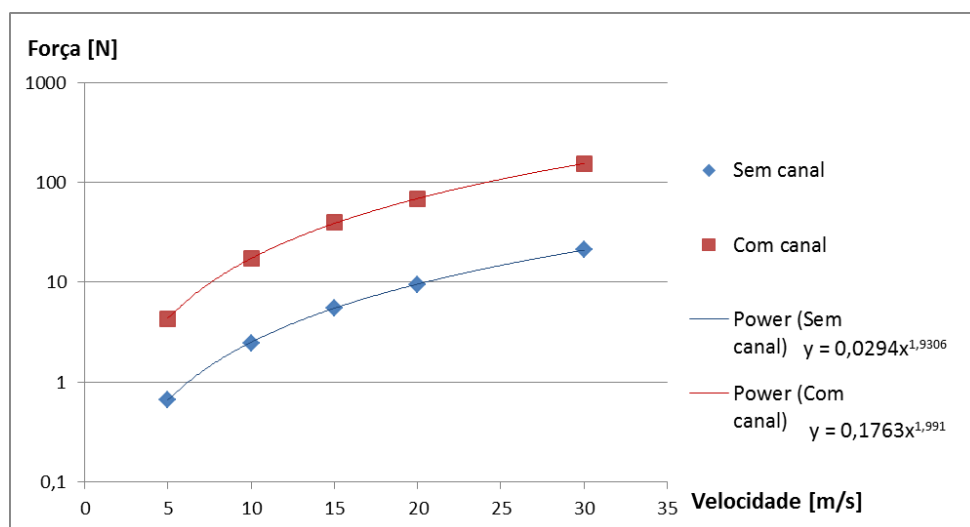


Figura 54 - Comparação de forças de arrasto entre as duas configurações

Tendo em conta as forças aerodinâmicas sentidas pelo objecto por acção do escoamento, apresenta-se na Figura 54 uma comparação das forças de arrasto.

Aqui pode-se observar, atendendo à escala logarítmica, um aumento muito substancial nos valores de força resistente ao deslocamento do objecto no meio fluido, pela introdução do canal referido.

4. Pós-processamento

4.1 Classificação dos fluidos (*minimum and maximum fluid*)

Para este caso, o objectivo é o de descobrir em que casos a água ou o ar se tornam no fluido mínimo ou máximo. Para tal, é importante ter em linha de conta que o caudal de água é directamente dependente da rotação do motor, conforme é verificado no teste presente na secção 3.1.1. Já o caudal de ar está relacionado com a velocidade do veículo, como se comprovou na secção 3.2.

A classificação dos fluidos é determinada a partir dos cálculos apresentados na secção 1.5.

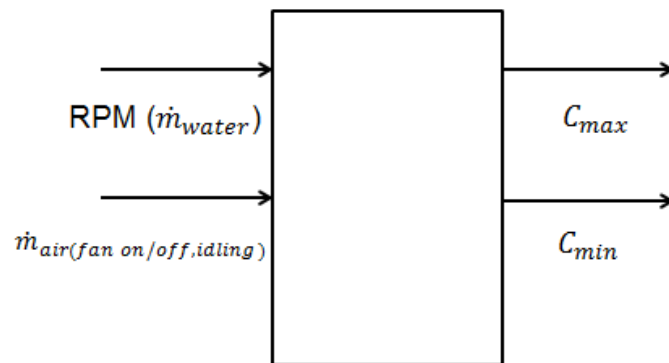


Figura 55 - Determinação das capacidades térmicas dos fluidos para gamas de RPM e caudal de ar

Contudo, a obtenção de dados que permitam uma conclusão eficaz, exige que o veículo produza um teste de aceleração semelhante à prova de *Acceleration* nos eventos *Formula Student* [1]. Também são medidos os parâmetros necessários para o caso de *idling (ralenti)*. Daqui é possível determinar qual o regime mais gravoso para o sistema de refrigeração, que induz um valor mais elevado de carga de arrefecimento.

Sabidos os caudais dos fluidos em questão, é possível calcular a eficiência do permutador de calor em qualquer instante, bem como a capacidade térmica C da água e do ar. Observado qual o fluido limitante em qualquer ocasião, bem como em termos médios, é possível determinar o foco de atenção para melhorias futuras do sistema.

A partir do ensaio da secção 3.1.11, é possível tirar uma relação proveniente da regressão:

$$\dot{m}_{\text{água}} = 2,75 \cdot 10^{-5} \cdot \text{RPM} + 0,0462 \quad (45)$$

Já os resultados da secção 3.2 sugerem a relação seguinte:

$$\dot{m}_{\text{ar}} = 0,0349 \cdot c_{\text{veículo}} - 0,0318 \quad (46)$$

Onde a velocidade do veículo é introduzida em m/s e o caudal de ar que atravessa as alhetas do radiador é calculado em kg/s. Contudo esta correspondência estará sujeita a confirmação através dos resultados obtidos pela aplicação do Tubo de Pitot (3.1.2).

Para além disso, a rotação do motor (RPM) está relacionada com a velocidade do veículo ($c_{\text{veículo}}$), como demonstra a Tabela 6:

Tabela 6 - Relações entre RPM e velocidade

Velocidade @10 000 RPM		km/h	m/s
Velocidade Engrenada	1ª	41	11,4
	2ª	59	16,4
	3ª	77	21,4
	4ª	96	26,7
	5ª	115	31,9
	6ª	131	36,4

Com as relações entre variáveis definidas nesta secção e pelo que foi exposto no capítulo 1, é possível obter o seguinte gráfico (Figura 56):

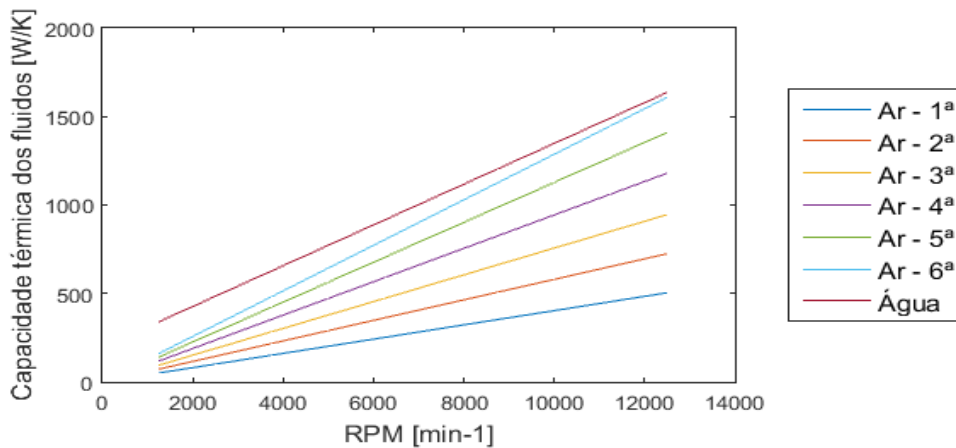


Figura 56- Capacidade térmica dos fluidos em função da RPM e da velocidade engrenada

Daqui se pode concluir que o fluido mínimo será sempre o ar, uma vez que tem uma capacidade térmica inferior, para qualquer valor de rotação do motor e de velocidade do escoamento. Neste sentido, em qualquer projecto de refrigeração de um motor de combustão interna, é necessário um estudo detalhado de forma a maximizar a transferência de calor por convecção a partir do permutador de calor.

4.2 Características do Sistema e definição do modelo proposto

Uma vez que se pretende caracterizar a eficiência do sistema de refrigeração para qualquer caso, a partir dos primeiros resultados da secção 3.1.3, foi possível obter os seguintes resultados a partir da equação (8). Contudo, houve apenas uma alteração ao cálculo da eficiência, utilizando no numerador da expressão a diferença de temperaturas da água (fluido máximo). Esta alteração pode ser justificada na medida em que o caudal de ar que passa nas alhetas do radiador não é conhecido. Como tal, e uma vez que a diferença de temperaturas do fluido máximo é sempre inferior ao do fluido mínimo, a eficiência calculada é uma minoração da eficiência real.

Como observado na Figura 57, a eficiência real será sempre superior a 12% com a ventoinha ligada e superior a 2,5% com a ventoinha desligada.

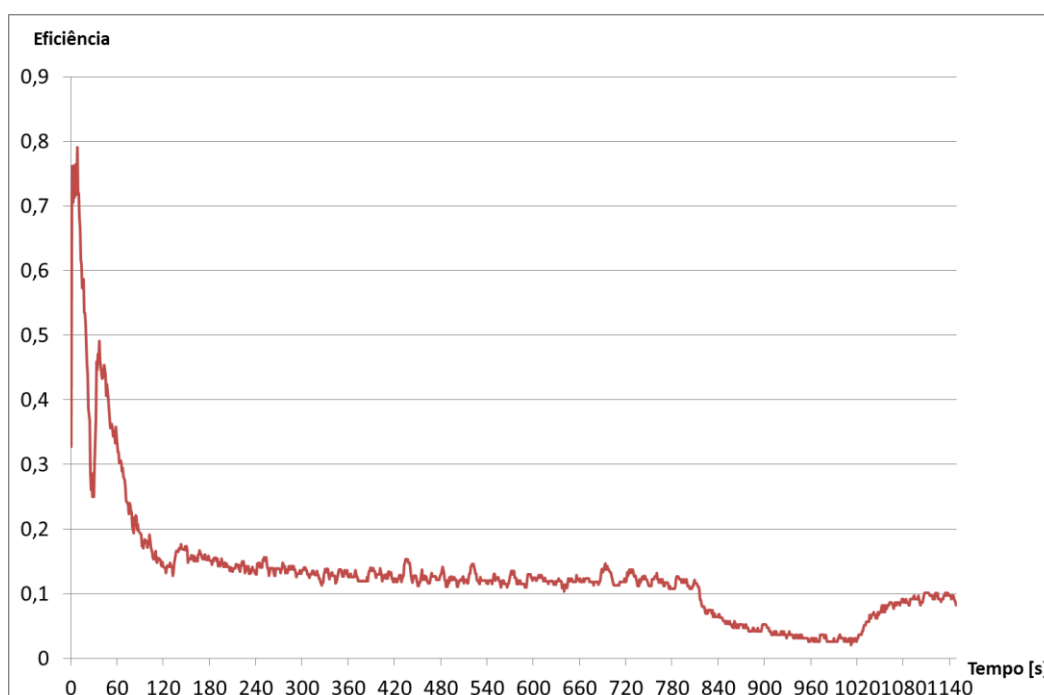


Figura 57 - Evolução da eficiência do sistema de refrigeração com o motor em vazio

Área de material frontal ao escoamento (Alhetas e tubos): 6946 mm^2

Área frontal total: 45554 mm^2

Porosidade superficial: $\sigma = 0,85$

Diâmetro hidráulico: $D_h = 4,1 \text{ mm}$

Densidade de área superficial: $\beta = 829 \text{ m}^2/\text{m}^3$

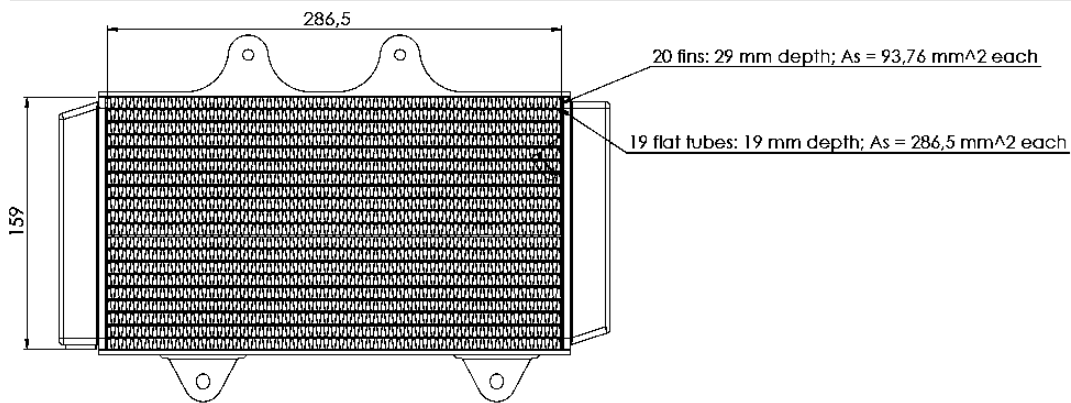


Figura 58- Características geométricas do modelo do radiador

“Tipicamente, um permutador de calor é denominado por compacto se a densidade de área superficial (...) for maior do que $700 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ” [15]. Assim, o permutador de calor em estudo, pelo seu valor de β , é também incluído neste grupo.

O modelo proposto no capítulo 2 exige a determinação de relações entre variáveis que aqui são resumidas.

$$\dot{m}_{\text{água}} = 2,75 \cdot 10^{-5} \cdot RPM + 0,0462 \left[\frac{kg}{s} \right]$$

$$\dot{m}_{\text{ar}} = 0,0349 \cdot c_{\text{veículo}} - 0,0318 \left[\frac{kg}{s} \right]$$

$$\dot{Q}_{\text{carga de arrefecimento}} = -39,27 - 16,34 \cdot TPS + 1,311 \cdot RPM [W]$$

Figura 59 - Resumo das equações fundamentais do modelo proposto

4.3 Simulação de um perfil de utilização e avaliação do sistema

Como foi descrito anteriormente, o objectivo deste trabalho é, em parte, o de simular certas condições de pista para obter dados relativos ao sistema de refrigeração para que se possa determinar se o mesmo cumpre os requisitos estabelecidos.

Através do software OptimumLap®, foi possível extrair dados inerentes ao veículo ao longo do tempo de uma volta, em particular os valores de:

- Velocidade,
- Rotação do motor (RPM),
- Posição da borboleta do acelerador (TPS).

Com essa informação ao longo do tempo e com as relações obtidas ao longo deste trabalho, é possível calcular a carga de arrefecimento ao longo do tempo como se ilustra na Figura 60.

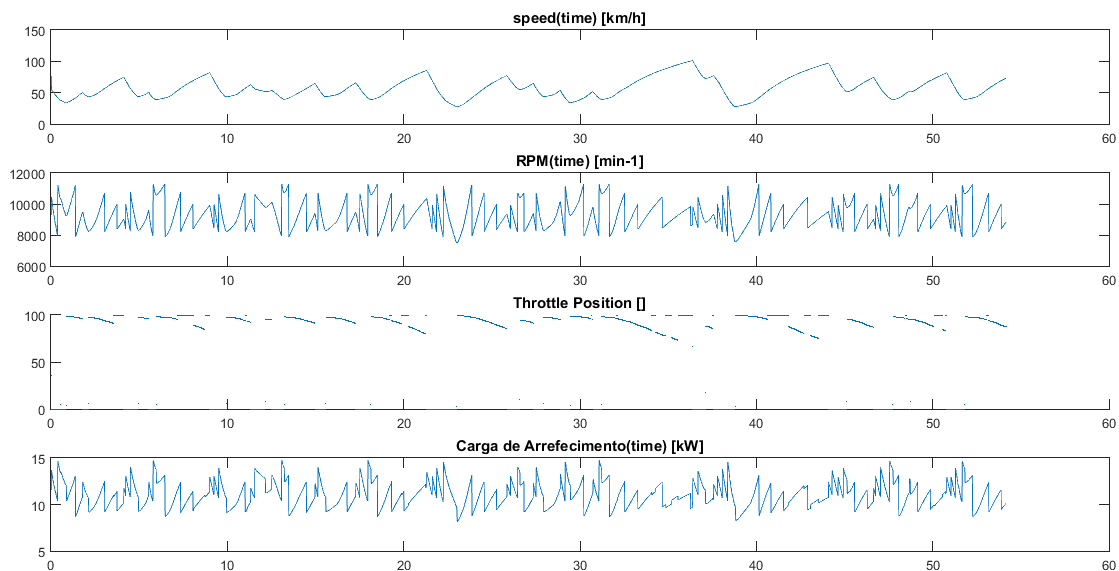


Figura 60 - Resultados do *OptimumLap* e carga de arrefecimento

Para um traçado típico de *Endurance* numa prova *Formula Student*, obteve-se um valor médio de carga de arrefecimento de 11 kW. O sistema de refrigeração deverá conseguir dissipar esta potência a uma temperatura média da água de 90 °C.

5. Conclusões e trabalhos futuros

O modelo proposto e a avaliação do sistema de refrigeração permitem a criação de uma base de trabalho da equipa ISEL *Formula Student* naquilo que concerne ao sistema de refrigeração. Com todo o trabalho de índole prática que foi desenvolvido, associado aos conhecimentos científicos acumulados ao longo do curso de mestrado, foi possível consolidar a preparação técnica do autor para os desafios futuros nas áreas de transmissão de calor, termodinâmica e instrumentação.

Os ensaios realizados no primeiro protótipo permitiram confirmar que o caudal de água está apenas dependente da rotação do motor de combustão interna (3.1.1) e que o caudal de ar que atravessa as alhetas do permutador de calor compacto está relacionado com a velocidade do veículo (3.2), validando parte do modelo proposto. Para além disso, com os resultados da secção 3, constatou-se que a carga de arrefecimento é influenciada sobretudo pelas condições de operação do motor. Tais resultados permitiram validar o modelo proposto no capítulo 2, dentro das suas limitações. Desta forma também é possível a avaliação das capacidades de cada fluido envolvido no processo (ar e água) na secção 4.1. Com estes dados, foi possível simular as variáveis relevantes para o modelo num determinado circuito e estabelecer as características do permutador de calor adequado para equipar o veículo em estudo (4.3). Contudo, verificaram-se diversos contratempus na extracção de resultados experimentais, uma vez que foram criados e testados circuitos de aquisição de sinal analógico e de sinal digital (modulação de largura de impulsos). Este processo foi apenas possível com a ajuda dos membros do grupo III (Electrónica) da equipa ISEL *Formula Student*.

Contudo, uma vez que não foi possível medir o caudal de ar (3.1.1) devido a um erro de comunicação do sensor, a análise do sistema pelo método ϵ -NTU ficou também comprometida.

Pelo que foi estudado na secção 3.2, é necessária a introdução de um canal que obrigará todo o caudal no interior do *sidepod* a atravessar as alhetas do radiador de forma a maximizar o número de Reynolds neste local. Assim, o fenómeno de transferência de calor por convecção irá sofrer um aumento, bem como a eficiência do permutador de calor, isto sem a necessidade de aumentar a sua área frontal ou espessura. Para além

desta recomendação, é aconselhável realizar um estudo com o auxílio de um software *CFD* com foco no escoamento no exterior do sidepod na situação da existência de um canal. Este trabalho futuro deverá convergir para uma geometria que evite situações de separação do escoamento.

No caso de, em alguma prova, o arrefecimento realizado pelo sistema de refrigeração do protótipo for exagerado, não se atingindo uma temperatura razoável para um desempenho razoável do motor de combustão interna, uma solução expedita torna-se necessária. Esta pode passar por cobrir, por exemplo com fita adesiva, parte do corpo do radiador, reduzindo necessariamente o fluxo de ar que absorve a potência calorífica neste componente. A sua aplicação deverá ser feita na parte frontal do permutador.

Assim que a temperatura da água à entrada do radiador atinge sensivelmente os 100 °C, a válvula de segurança que impede a sobrepessão no interior do circuito, abre mecanicamente, permitindo um fluxo para a garrafa de acumulação. Neste momento a válvula não permite o retorno do fluido ao sistema, obrigando a uma manutenção correctiva. Esta passa pela remoção da garrafa de acumulação do chassis e da sua ligação à válvula de segurança para remoção do líquido em excesso. Desse modo, também se procede novamente à purga de ar do sistema. Este processo está descrito na secção 1.3. Para eliminar este processo repetitivo entre eventos da mesma prova, recomenda-se que o tubo de ligação à garrafa de acumulação esteja em contacto com o fundo da última para que haja um retorno ao circuito (efeito de sifão).

Este trabalho estará sempre sujeito a melhorias. Uma delas será a necessidade de obter resultados dos ensaios descritos na secção 3.1 ainda antes da competição de modo a averiguar se o permutador de calor (radiador) utilizado para estes testes é de facto o mais apropriado para o motor e para as condições climatéricas da competição.

De futuro poder-se-á realizar um trabalho semelhante, desta feita para um veículo de propulsão eléctrica [16], uma vez que estes têm vindo a obter cada vez mais relevância social e ambiental.

Bibliografia

- [1] SAE International, 2015 Formula SAE® Rules, 2014.
- [2] L. V. Berg e B. Lofaro, “Formula SAE Cooling System Design,” California Polytechnic State University, San Luis Obispo, 2014.
- [3] B. E. Milton, Thermodynamic, Combustion and Engines, Chapman & Hall, 1995.
- [4] A. Jear, “Cooling System Analysis,” University of South Wales at the Australian Defence Force Academy, 2008.
- [5] J. P. Holman, Heat Transfer, 2009.
- [6] F. P. Incropera e D. P. Dewitt, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 2011.
- [7] J. E. Hesselgreaves, Compact Heat Exchangers - Selection, Design and Operation.
- [8] R. K. Shah e D. P. Sekulic, Fundamentals of heat exchanger design, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [9] H. Siitonen, “Improving the Aerodynamics of a Formula Student Car,” Mikkeli University of Applied Sciences, 2001.
- [10] M. J. Nienhuis, “Benchmarking of a Single-Cylinder Engine Toward the Development of a Direct Fuel-Injection System,” Western Michigan University, Michigan, 2012.
- [11] L. A. Oliveira e A. G. Lopes, Mecânica dos Fluidos, Lidel, 2012.
- [12] F. M. White, Mecânica dos Fluidos, McGraw-Hill, 2006.
- [13] P. Korczak, “Cost Effective Method for the Evaluation of a Formula SAE Engine Cooling System,” University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, 2009.
- [14] D. R. Velez, “Drive by Wire Control Module with data acquisition for ISEL

Formula Student,” ISEL - ADEETC, Lisboa, 2016.

[15] A. Pandey, “Performance Analysis of a Compact Heat Exchanger,” National Institute of Technology, Rourkela, 2011.

[16] J. LaMarre, “FSAE Electric Vehicle Cooling System Design,” Honors Research Projects, Akron, 2015.

[17] A. R. Sany, M. H. Saidi e J. Neyestani, “Experimental Prediction of Nusselt Number and Coolant Heat Transfer Coefficient in Compact Heat Exchanger Performed with eps-NTU Method,” vol. 18, 2010.

ANEXOS

Anexo I – Resultados de RPM e caudal

Anexo II – Resultados das Simulações (*Solidworks*)

Anexo III – Resultados dos ensaios dinâmicos (RPM, TPS, T_1 e T_2)

Anexo IV – Curva característica original do sensor de temperatura

Anexo V – Código da placa de aquisição

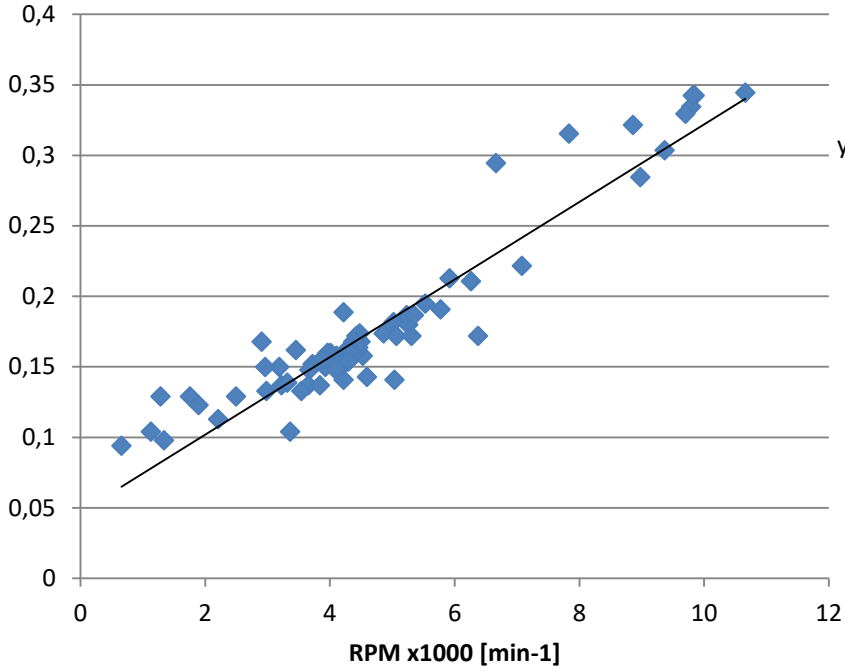
Anexo I – Resultados de RPM e caudal

CAN BUS Shield init of	GPS time	2xRPM	Caudal Volúmic o ml/s	RPM/ 1000 min-1	Caudal Mássico kg/s	Y	yi-Y	(yi- Y)^2	Desvi o padrã 0,018	RPM/ 1000 min-1	Caudal Mássico kg/s
	162.500.298	8442	189	4,221	0,18862	0,163	0,026	7E-04	OK	4,221	0,1886
	162.501.298	8957	174	4,4785	0,17365	0,17	0,004	1E-05	OK	4,479	0,1737
	162.502.298	8890	170	4,445	0,16966	0,169	6E-04	4E-07	OK	4,445	0,1697
	162.503.298	9060	158	4,53	0,15768	0,171	-0,014	2E-04	OK	4,53	0,1577
	162.504.298	8844	168	4,422	0,16766	0,168	-7E-04	5E-07	OK	4,422	0,1677
	162.505.298	8851	172	4,4255	0,17166	0,169	0,003	1E-05	OK	4,426	0,1717
	162.506.298	8749	168	4,3745	0,16766	0,167	6E-04	3E-07	OK	4,375	0,1677
	162.507.298	7860	150	3,93	0,1497	0,155	-0,005	3E-05	OK	3,93	0,1497
	162.508.298	8632	162	4,316	0,16168	0,165	-0,004	1E-05	OK	4,316	0,1617
	162.509.298	8025	160	4,0125	0,15968	0,157	0,003	6E-06	OK	4,013	0,1597
	162.510.298	6455	137	3,2275	0,13673	0,136	0,001	1E-06	OK	3,228	0,1367
	162.511.298	3518	129	1,759	0,12874	0,095	0,034	0,001	OK	1,759	0,1287
	162.512.298	8124	156	4,062	0,15569	0,159	-0,003	8E-06	OK	4,062	0,1557
	162.513.298	8389	156	4,1945	0,15569	0,162	-0,006	4E-05	OK	4,195	0,1557
	162.514.298	8615	164	4,3075	0,16367	0,165	-0,002	3E-06	OK	4,308	0,1637
	162.515.298	1316	94	0,658	0,09381	0,065	0,029	8E-04	OK	0,658	0,0938
	162.516.298	5812	168	2,906	0,16766	0,127	0,041	0,002	OUTLIER		
	162.517.298	2678	98	1,339	0,0978	0,084	0,014	2E-04	OK	1,339	0,0978
	162.518.298	6374	150	3,187	0,1497	0,134	0,015	2E-04	OK	3,187	0,1497
	162.519.298	8050	154	4,025	0,15369	0,157	-0,004	1E-05	OK	4,025	0,1537
	162.520.298	5968	133	2,984	0,13273	0,129	0,004	2E-05	OK	2,984	0,1327
	162.521.298	5925	150	2,9625	0,1497	0,128	0,021	5E-04	OK	2,963	0,1497
	162.522.298	7958	156	3,979	0,15569	0,156	-5E-04	3E-07	OK	3,979	0,1557
	162.523.298	7447	152	3,7235	0,1517	0,149	0,002	6E-06	OK	3,724	0,1517
	162.524.298	8304	152	4,152	0,1517	0,161	-0,009	9E-05	OK	4,152	0,1517
	162.525.298	7348	148	3,674	0,1477	0,148	-1E-04	2E-08	OK	3,674	0,1477
	162.526.298	8212	158	4,106	0,15768	0,16	-0,002	4E-06	OK	4,106	0,1577
	162.527.298	6638	139	3,319	0,13872	0,138	6E-04	4E-07	OK	3,319	0,1387
	162.528.298	3787	123	1,8935	0,12275	0,099	0,024	6E-04	OK	1,894	0,1228
	162.529.298	6910	162	3,455	0,16168	0,142	0,02	4E-04	OK	3,455	0,1617
	162.530.298	4415	113	2,2075	0,11277	0,108	0,005	3E-05	OK	2,208	0,1128
	162.531.298	2565	129	1,2825	0,12874	0,082	0,047	0,002	OUTLIER		
	162.532.298	10044	182	5,022	0,18164	0,185	-0,003	1E-05	OK	5,022	0,1816
	162.533.298	8985	168	4,4925	0,16766	0,17	-0,003	7E-06	OK	4,493	0,1677
	162.534.298	8911	164	4,4555	0,16367	0,169	-0,006	3E-05	OK	4,456	0,1637
	162.535.298	8858	168	4,429	0,16766	0,169	-9E-04	9E-07	OK	4,429	0,1677
	162.536.298	8124	154	4,062	0,15369	0,159	-0,005	2E-05	OK	4,062	0,1537
	162.537.298	8777	166	4,3885	0,16567	0,167	-0,002	3E-06	OK	4,389	0,1657
	162.538.298	8872	166	4,436	0,16567	0,169	-0,003	1E-05	OK	4,436	0,1657
	162.539.298	8371	152	4,1855	0,1517	0,162	-0,01	1E-04	OK	4,186	0,1517
	162.540.298	8269	152	4,1345	0,1517	0,16	-0,009	8E-05	OK	4,135	0,1517
	162.541.298	7895	156	3,9475	0,15569	0,155	3E-04	1E-07	OK	3,948	0,1557
	162.542.298	7930	160	3,965	0,15968	0,156	0,004	1E-05	OK	3,965	0,1597
	162.543.298	8872	162	4,436	0,16168	0,169	-0,007	5E-05	OK	4,436	0,1617
	162.544.298	8788	168	4,394	0,16766	0,168	3E-05	8E-10	OK	4,394	0,1677
	162.545.298	8795	162	4,3975	0,16168	0,168	-0,006	4E-05	OK	4,398	0,1617
	162.546.298	8869	164	4,4345	0,16367	0,169	-0,005	3E-05	OK	4,435	0,1637
	162.547.298	8184	156	4,092	0,15569	0,159	-0,004	1E-05	OK	4,092	0,1557
	162.548.298	8728	162	4,364	0,16168	0,167	-0,005	3E-05	OK	4,364	0,1617

162.549.298	8862	166	4,431	0,16567	0,169	-0,003	9E-06	OK	4,431	0,1657
162.550.298	8798	160	4,399	0,15968	0,168	-0,008	7E-05	OK	4,399	0,1597
162.551.298	7785	156	3,8925	0,15569	0,154	0,002	3E-06	OK	3,893	0,1557
162.552.298	8671	162	4,3355	0,16168	0,166	-0,004	2E-05	OK	4,336	0,1617
162.553.298	8738	160	4,369	0,15968	0,167	-0,007	5E-05	OK	4,369	0,1597
162.554.298	8025	158	4,0125	0,15768	0,157	5E-04	3E-07	OK	4,013	0,1577
162.555.298	8731	158	4,3655	0,15768	0,167	-0,009	8E-05	OK	4,366	0,1577
162.556.298	8509	158	4,2545	0,15768	0,164	-0,006	4E-05	OK	4,255	0,1577
162.557.298	8562	158	4,281	0,15768	0,165	-0,007	5E-05	OK	4,281	0,1577
162.558.298	8410	154	4,205	0,15369	0,162	-0,009	8E-05	OK	4,205	0,1537
162.559.298	8449	152	4,2245	0,1517	0,163	-0,011	1E-04	OK	4,225	0,1517
162.600.298	8421	152	4,2105	0,1517	0,163	-0,011	1E-04	OK	4,211	0,1517
162.601.298	8223	152	4,1115	0,1517	0,16	-0,008	7E-05	OK	4,112	0,1517
162.602.298	8534	154	4,267	0,15369	0,164	-0,01	1E-04	OK	4,267	0,1537
162.603.298	8597	154	4,2985	0,15369	0,165	-0,011	1E-04	OK	4,299	0,1537
162.604.298	8191	148	4,0955	0,1477	0,159	-0,012	1E-04	OK	4,096	0,1477
162.605.298	7309	137	3,6545	0,13673	0,147	-0,011	1E-04	OK	3,655	0,1367
162.606.298	13334	295	6,667	0,29441	0,23	0,064	0,004	OUTLIER		
162.607.298	18744	304	9,372	0,30339	0,305	-0,001	1E-06	OK	9,372	0,3034
162.608.298	14160	222	7,08	0,22156	0,242	-0,02	4E-04	OK	7,08	0,2216
162.609.298	8445	141	4,2225	0,14072	0,163	-0,022	5E-04	OK	4,223	0,1407
162.610.298	7083	133	3,5415	0,13273	0,144	-0,011	1E-04	OK	3,542	0,1327
162.611.298	9727	174	4,8635	0,17365	0,181	-0,007	5E-05	OK	4,864	0,1737
162.612.298	10517	180	5,2585	0,17964	0,191	-0,012	1E-04	OK	5,259	0,1796
162.613.298	11064	195	5,532	0,19461	0,199	-0,004	2E-05	OK	5,532	0,1946
162.614.298	11558	191	5,779	0,19062	0,206	-0,015	2E-04	OK	5,779	0,1906
162.615.298	10140	172	5,07	0,17166	0,186	-0,015	2E-04	OK	5,07	0,1717
162.616.298	10468	187	5,234	0,18663	0,191	-0,004	2E-05	OK	5,234	0,1866
162.617.298	12525	211	6,2625	0,21058	0,219	-0,008	7E-05	OK	6,263	0,2106
162.618.298	10616	172	5,308	0,17166	0,193	-0,021	4E-04	OK	5,308	0,1717
162.619.298	10701	187	5,3505	0,18663	0,194	-0,007	5E-05	OK	5,351	0,1866
162.620.298	11844	213	5,922	0,21257	0,21	0,003	9E-06	OK	5,922	0,2126
162.621.298	17721	322	8,8605	0,32136	0,29	0,031	1E-03	OK	8,861	0,3214
162.622.298	19704	343	9,852	0,34231	0,318	0,025	6E-04	OK	9,852	0,3423
162.623.298	19595	335	9,7975	0,33433	0,316	0,018	3E-04	OK	9,798	0,3343
162.624.298	19644	343	9,822	0,34231	0,317	0,025	6E-04	OK	9,822	0,3423
162.625.298	19408	330	9,704	0,32934	0,314	0,016	2E-04	OK	9,704	0,3293
162.626.298	17961	285	8,9805	0,28443	0,294	-0,009	9E-05	OK	8,981	0,2844
162.627.298	10080	141	5,04	0,14072	0,185	-0,045	0,002	OUTLIER		
162.628.298	9194	143	4,597	0,14271	0,173	-0,031	9E-04	OK	4,597	0,1427
162.629.298	15670	316	7,835	0,31537	0,262	0,053	0,003	OUTLIER		
162.630.298	21328	345	10,664	0,34431	0,34	0,004	2E-05	OK	10,66	0,3443
162.631.298	12755	172	6,3775	0,17166	0,222	-0,051	0,003	OUTLIER		
162.632.298	6727	104	3,3635	0,10379	0,139	-0,036	0,001	OUTLIER		
162.634.298	2258	104	1,129	0,10379	0,078	0,026	7E-04	OK	1,129	0,1038
162.635.298	4990	129	2,495	0,12874	0,115	0,013	2E-04	OK	2,495	0,1287
162.637.298	7768	156	3,884	0,15569	0,154	0,002	4E-06	OK	3,884	0,1557
162.638.298	7683	137	3,8415	0,13673	0,152	-0,016	2E-04	OK	3,842	0,1367

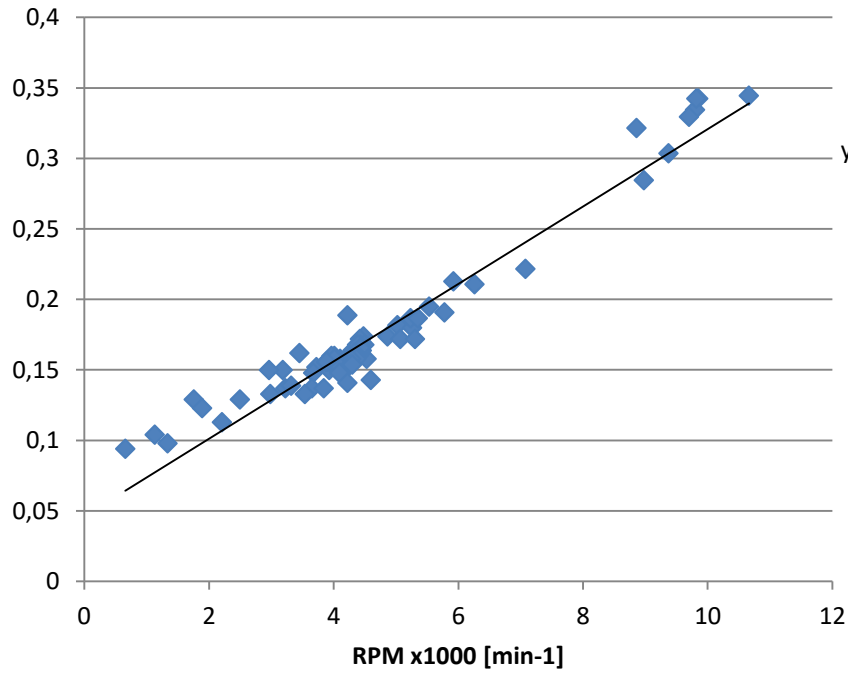
Caudal mássico

[kg/s]



Caudal mássico

[kg/s]



Anexo II – Resultados das Simulações (*Solidworks*)

radiador equivalente.SLDPRT

Dh

13,25

Vel inicial

5

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	2,103790353	2,109534225	2,103046595	2,123048265	100	Yes	0,003101	0,026748
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	4,781309942	4,786863129	4,779426482	4,795862145	100	Yes	0,007164	0,024231
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	4,335826754	4,343094116	4,335302547	4,355161928	100	Yes	0,006259	0,034532
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	3,907798175	3,916968341	3,90633745	3,937449336	100	Yes	0,006799	0,044872
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	2,140974935	2,146203675	2,139882652	2,158185429	100	Yes	0,004991	0,025803
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	4,181755038	4,189738982	4,18049581	4,204029095	100	Yes	0,010148	0,03811
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	4,619639953	4,625964729	4,61797993	4,633993304	100	Yes	0,010087	0,028461
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	4,904802247	4,906810927	4,900470969	4,913344394	100	Yes	0,012873	0,022883
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	4,878526222	4,871851672	4,85919993	4,878526222	100	Yes	0,019326	0,025553
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	4,572988955	4,560389212	4,543394841	4,572988955	100	Yes	0,015923	0,034022
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	4,360990794	4,351697596	4,339740435	4,360990794	100	Yes	0,02125	0,041639
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	4,043578049	4,052119986	4,043307977	4,069686806	100	Yes	0,002238	0,041551
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	4,410377676	4,413364936	4,393871452	4,435393256	100	Yes	0,03252	0,042899
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	4,855518288	4,846710503	4,832355558	4,855518288	100	Yes	0,020716	0,027883
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	4,923047597	4,921004672	4,914864654	4,926364057	100	Yes	0,011499	0,024364
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	4,90652503	4,911761551	4,903818556	4,919338858	100	Yes	0,013327	0,023435
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	4,471303127	4,478139837	4,468895188	4,488199428	100	Yes	0,013701	0,031908
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	4,046278957	4,054015224	4,043940535	4,069273039	100	Yes	0,013777	0,041348
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	2,258035679	2,261565016	2,256657406	2,26788037	100	Yes	0,008964	0,022713
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	4,333135416	4,340295082	4,330906595	4,350361819	100	Yes	0,015652	0,034421
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	4,766694691	4,772562722	4,764199724	4,778949223	100	Yes	0,014749	0,026403
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	4,978475403	4,983194564	4,973931061	4,992523275	100	Yes	0,00947	0,023472
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	4,495988812	4,50269673	4,495988812	4,511412168	100	Yes	0,003049	0,03022
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	4,864960534	4,864169098	4,856500335	4,873362757	100	Yes	0,005496	0,026156
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	4,572334611	4,568362423	4,560550589	4,579136983	100	Yes	0,016954	0,035388
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	4,73567322	4,735205975	4,726506735	4,748265011	100	Yes	0,009303	0,030294
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	4,923318625	4,927193103	4,916279277	4,939184404	100	Yes	0,004866	0,025164
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	5,059480744	5,06472877	5,053433728	5,073379424	100	Yes	0,018144	0,023397
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	4,62844108	4,634686278	4,626100549	4,641738037	100	Yes	0,015637	0,028856

PG Velocity (Z) 36	[m/s]	4,204000844	4,210312674	4,201609812	4,219515141	100	Yes	0,017799	0,037212
PG Velocity (Z) 37	[m/s]	2,330927884	2,333267776	2,329262115	2,33720198	100	Yes	0,00794	0,021079
PG Velocity (Z) 38	[m/s]	4,486143857	4,492367673	4,483957064	4,500460909	100	Yes	0,016504	0,030949
PG Velocity (Z) 39	[m/s]	4,916317761	4,921705075	4,911423252	4,930509939	100	Yes	0,019087	0,025278
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	4,787465029	4,78971197	4,779495535	4,797737422	100	Yes	0,007022	0,023801
PG Velocity (Z) 40	[m/s]	5,116278332	5,120537126	5,106745494	5,13268715	100	Yes	0,014833	0,023564
PG Velocity (Z) 41	[m/s]	4,827834052	4,830560782	4,8179983	4,845569279	100	Yes	0,010047	0,027997
PG Velocity (Z) 42	[m/s]	4,601467763	4,60668575	4,587211368	4,629886296	100	Yes	0,036462	0,037525
PG Velocity (Z) 43	[m/s]	4,308818934	4,322680886	4,286195314	4,370041741	100	Yes	0,037666	0,050212
PG Velocity (Z) 44	[m/s]	4,14134651	4,142867027	4,12254708	4,164450619	100	Yes	0,025066	0,049281
PG Velocity (Z) 45	[m/s]	4,056886558	4,042453024	4,022600176	4,056886558	100	Yes	0,010639	0,04803
PG Velocity (Z) 46	[m/s]	3,995706063	3,973345158	3,933584516	3,995706063	100	Yes	0,021738	0,046384
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	4,767958158	4,760838951	4,74226327	4,770173528	100	Yes	0,02143	0,025062
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	4,474472791	4,459644894	4,43260911	4,474472791	100	Yes	0,018835	0,033274
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	4,276744119	4,260861397	4,23607227	4,276744119	100	Yes	0,015279	0,040331
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	4,774261392	4,763105068	4,743061909	4,774261392	100	Yes	0,024191	0,027166
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	4,83462437	4,832154595	4,823461164	4,838178596	100	Yes	0,014717	0,024325

4,36965202

Iterations []: 152

Analysis interval: 48

radiador equivalente.SLDPRT

Dh

13,25 Vel inicial

10

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	4,334233653	4,312277267	4,288602923	4,335942022	100	Yes	0,047339	0,051335
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	8,27038928	8,245661457	8,223107599	8,272748611	100	Yes	0,049641	0,079621
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	9,10558976	9,097500211	9,088201705	9,109424456	100	Yes	0,021223	0,05804
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	9,643753147	9,644178578	9,633936702	9,663534814	100	Yes	0,021168	0,045165
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	9,60862149	9,601891407	9,592309051	9,616718314	100	Yes	0,015135	0,04672
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	9,154383572	9,147795677	9,131338099	9,164341374	100	Yes	0,033003	0,059663
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	8,88129783	8,877411938	8,855535937	8,89306713	100	Yes	0,037531	0,069984
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	9,632248964	9,623409587	9,611629569	9,639117082	100	Yes	0,018661	0,050089
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	9,733351446	9,729570911	9,72178806	9,741720471	100	Yes	0,016347	0,045556
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	9,637043872	9,635673552	9,624002727	9,649924866	100	Yes	0,024637	0,046121
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	8,806782763	8,79061745	8,776849743	8,808095319	100	Yes	0,031246	0,066612
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	8,013529668	7,980590399	7,94662393	8,015870405	100	Yes	0,069246	0,086133
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	4,394628911	4,37451065	4,353027017	4,396141381	100	Yes	0,040728	0,049604
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	8,51163436	8,489518258	8,4691757	8,511909023	100	Yes	0,042733	0,073102
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	9,336243766	9,32691173	9,316667714	9,341064971	100	Yes	0,024397	0,054193
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	9,869726709	9,867295008	9,85492055	9,878583757	100	Yes	0,018406	0,043368
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	9,813305129	9,806465592	9,79860233	9,819590549	100	Yes	0,014627	0,047655
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	9,349779389	9,34355242	9,33192441	9,358519263	100	Yes	0,026595	0,060786
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	9,082090502	9,08116842	9,063805491	9,094946676	100	Yes	0,031141	0,069559
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	9,2495474	9,25472867	9,228445401	9,275728019	100	Yes	0,047283	0,071226
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	9,799583163	9,791841994	9,78304367	9,805535053	100	Yes	0,018816	0,051427
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	9,913449569	9,909110713	9,90169432	9,921868473	100	Yes	0,016798	0,045622
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	9,87285432	9,87025872	9,854188528	9,882284862	100	Yes	0,020219	0,044813
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	9,050057393	9,035403403	9,018386231	9,053563164	100	Yes	0,033549	0,060908
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	8,244353074	8,217283308	8,185302741	8,246118375	100	Yes	0,03858	0,079676
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	4,585517683	4,572468552	4,553085333	4,588113894	100	Yes	0,010958	0,044042
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	8,773712133	8,757502616	8,730036867	8,77902638	100	Yes	0,023732	0,066333
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	9,600449284	9,59441988	9,578721728	9,610311315	100	Yes	0,022073	0,050616
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	10,0389229	10,03840313	10,02427511	10,05178698	100	Yes	0,023413	0,04449

PG Velocity (Z) 30	[m/s]	9,851911522	9,847989017	9,839217656	9,861185562	100	Yes	0,021968	0,049143
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	9,422904738	9,421444667	9,404574616	9,43504753	100	Yes	0,030473	0,061209
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	9,682988685	9,680128819	9,664108374	9,696276955	100	Yes	0,032169	0,054132
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	9,971802787	9,97137051	9,95771721	9,987799145	100	Yes	0,029452	0,047473
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	10,15561068	10,15513256	10,13568837	10,17547092	100	Yes	0,027871	0,044645
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	9,32324665	9,315392482	9,289101854	9,334977347	100	Yes	0,024384	0,055855
PG Velocity (Z) 36	[m/s]	8,508285806	8,490481889	8,45543654	8,514959153	100	Yes	0,024178	0,072224
PG Velocity (Z) 37	[m/s]	4,705240691	4,697781886	4,680533682	4,71356637	100	Yes	0,026628	0,04122
PG Velocity (Z) 38	[m/s]	9,03545123	9,027471926	8,993115793	9,049168743	100	Yes	0,034993	0,060478
PG Velocity (Z) 39	[m/s]	9,869866999	9,868285696	9,84079677	9,888689601	100	Yes	0,028056	0,048764
PG Velocity (Z) 40	[m/s]	10,2892151	10,29098978	10,2711651	10,31402379	100	Yes	0,030845	0,044655
PG Velocity (Z) 41	[m/s]	9,846450816	9,846317075	9,829922575	9,865323743	100	Yes	0,035401	0,050581
PG Velocity (Z) 42	[m/s]	9,540854214	9,544095867	9,52069455	9,564534298	100	Yes	0,04384	0,063041
PG Velocity (Z) 43	[m/s]	9,197134612	9,207180394	9,165992167	9,241050293	100	Yes	0,075058	0,082553
PG Velocity (Z) 44	[m/s]	8,847646457	8,851994789	8,819998097	8,877003082	100	Yes	0,057005	0,081688
PG Velocity (Z) 45	[m/s]	8,586582409	8,58587505	8,557378844	8,601542459	100	Yes	0,044164	0,080658
PG Velocity (Z) 46	[m/s]	8,415922563	8,41383723	8,382539018	8,432198675	100	Yes	0,04966	0,079621

8,89637372

Iterations []: 126

Analysis interval: 48

radiador equivalente.SLDPRT

Dh

13,25 Vel inicial

20

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	8,71728008	8,693940766	8,679989881	8,71728008	100	Yes	0,03729	0,10244
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	19,23403314	19,24512171	19,21617342	19,28856132	100	Yes	0,07239	0,09431
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	17,59763184	17,59121992	17,57479062	17,61632697	100	Yes	0,04154	0,13341
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	16,06895694	16,03779715	16,0178633	16,06895694	100	Yes	0,05109	0,17272
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	8,8150761	8,79449986	8,775743581	8,8150761	100	Yes	0,03933	0,09947
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	16,9736901	16,96206314	16,94931175	16,97599299	100	Yes	0,02668	0,14818
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	18,60325082	18,60722284	18,59051138	18,62911077	100	Yes	0,0386	0,11066
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	19,69277396	19,70448374	19,68099784	19,73499126	100	Yes	0,05399	0,08767
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	19,72027875	19,71968885	19,69706823	19,74077047	100	Yes	0,0437	0,09339
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	18,9615394	18,95485123	18,9292046	18,97635601	100	Yes	0,04715	0,11138
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	18,53143967	18,51385322	18,48727457	18,54281766	100	Yes	0,05554	0,12161
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	16,58256521	16,56438125	16,5383439	16,59172765	100	Yes	0,05338	0,15922
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	18,90962794	18,87477681	18,83441282	18,91489	100	Yes	0,08048	0,11783
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	19,76013174	19,75170455	19,7288321	19,7727971	100	Yes	0,04397	0,09748
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	19,84658738	19,85199853	19,82793531	19,87424894	100	Yes	0,04631	0,08918
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	19,63644763	19,65003121	19,63186667	19,67324715	100	Yes	0,04138	0,09093
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	18,00909073	18,00771409	17,99800851	18,02199232	100	Yes	0,02398	0,12442
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	16,45874015	16,43652558	16,39688061	16,45874015	100	Yes	0,06186	0,16125
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	9,170795645	9,158000443	9,127758131	9,173295471	100	Yes	0,04554	0,08907
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	17,4694724	17,46442096	17,43247311	17,48244366	100	Yes	0,04997	0,13518
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	19,09639009	19,10522221	19,09268349	19,12207688	100	Yes	0,02939	0,10252
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	20,01812483	20,03111984	20,00806762	20,06042921	100	Yes	0,05236	0,08663
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	18,22485522	18,22583869	18,19722149	18,27298365	100	Yes	0,07576	0,11717
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	19,81315414	19,80787908	19,78490145	19,82935895	100	Yes	0,04446	0,09175
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	19,12892406	19,11188941	19,08037802	19,13702129	100	Yes	0,05664	0,10827
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	19,57838313	19,56170419	19,52782096	19,58558953	100	Yes	0,05777	0,09645
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	19,9866846	19,98658786	19,96285313	20,01134818	100	Yes	0,0485	0,08828
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	20,18107312	20,19775324	20,1739863	20,22360179	100	Yes	0,04962	0,08918
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	18,55546651	18,56003777	18,53212242	18,57754543	100	Yes	0,04542	0,11302

PG Velocity (Z) 36	[m/s]	16,99294309	16,97854608	16,92487578	17,00798815	100	Yes	0,08311	0,1464
PG Velocity (Z) 37	[m/s]	9,417164766	9,408755759	9,371839066	9,429441669	100	Yes	0,05294	0,08201
PG Velocity (Z) 38	[m/s]	18,00258106	18,00385609	17,95596801	18,0339262	100	Yes	0,07796	0,12228
PG Velocity (Z) 39	[m/s]	19,62795896	19,64078222	19,60865056	19,66008389	100	Yes	0,05143	0,09759
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	19,31909714	19,32940768	19,2954358	19,38286507	100	Yes	0,08743	0,09129
PG Velocity (Z) 40	[m/s]	20,5114964	20,5231586	20,49286846	20,5495811	100	Yes	0,05671	0,0862
PG Velocity (Z) 41	[m/s]	19,83784225	19,82604622	19,79207399	19,85223983	100	Yes	0,06017	0,09043
PG Velocity (Z) 42	[m/s]	19,4069668	19,37209538	19,32955046	19,40779795	100	Yes	0,07825	0,10437
PG Velocity (Z) 43	[m/s]	18,95133469	18,89148347	18,83916608	18,95133469	100	Yes	0,11217	0,1274
PG Velocity (Z) 44	[m/s]	18,21718789	18,18245352	18,14237921	18,22685321	100	Yes	0,08447	0,13446
PG Velocity (Z) 45	[m/s]	17,64875172	17,63565151	17,61145591	17,66402222	100	Yes	0,05257	0,13846
PG Velocity (Z) 46	[m/s]	17,27936427	17,28292789	17,25423161	17,31119204	100	Yes	0,05696	0,14074
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	19,32556793	19,33033709	19,29979633	19,35964317	100	Yes	0,05985	0,09132
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	18,57150137	18,57316651	18,53994846	18,5954825	100	Yes	0,05553	0,1099
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	18,12368782	18,11987804	18,09205021	18,14256883	100	Yes	0,05052	0,12482
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	19,42664788	19,42497213	19,39330351	19,44602785	100	Yes	0,05272	0,09604
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	19,51493764	19,52139045	19,49597839	19,55516023	100	Yes	0,05918	0,09071

17,89602689

Iterations []: 117

Analysis interval: 48

radiador equivalente.SLDPRT

Dh

13,25 Vel inicial

40

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	17,57233363	17,55078128	17,50549258	17,60765307	100	Yes	0,062366	0,198959
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	38,60060669	38,55837389	38,50739499	38,70065296	100	Yes	0,187434	0,188448
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	35,39296413	35,34933515	35,29153765	35,48441233	100	Yes	0,180051	0,264403
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	32,38184135	32,34101468	32,27029808	32,4470293	100	Yes	0,137796	0,336636
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	17,76775493	17,74609558	17,70692093	17,79626536	100	Yes	0,065535	0,193067
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	34,1688745	34,12747091	34,06882745	34,23805467	100	Yes	0,169227	0,291067
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	37,36309797	37,32726861	37,27627245	37,45069813	100	Yes	0,174426	0,21985
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	39,52957032	39,49908938	39,45730963	39,6001246	100	Yes	0,140093	0,173073
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	39,67019322	39,64540118	39,6079394	39,68125775	100	Yes	0,020249	0,181961
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	38,30394742	38,26071742	38,2220148	38,30394742	100	Yes	0,081933	0,213766
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	37,49034526	37,43075825	37,38905055	37,49034526	100	Yes	0,101295	0,234183
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	33,40674827	33,35829687	33,29005163	33,51153874	100	Yes	0,176912	0,313716
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	38,07257494	38,01450416	37,95436721	38,08102685	100	Yes	0,12666	0,230033
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	39,78260474	39,76320929	39,72483618	39,79059521	100	Yes	0,035065	0,189061
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	39,87980147	39,85291157	39,82096609	39,915326	100	Yes	0,090292	0,174649
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	39,38727467	39,36254973	39,3161108	39,47004704	100	Yes	0,153936	0,181106
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	36,19690552	36,16519342	36,11362789	36,25763837	100	Yes	0,14401	0,245348
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	33,15527109	33,11635433	33,06190444	33,18430074	100	Yes	0,122396	0,313551
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	18,47949061	18,45765003	18,42674848	18,50231505	100	Yes	0,018857	0,172812
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	35,1406761	35,10939771	35,05980579	35,16069545	100	Yes	0,091846	0,263794
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	38,32956325	38,31133425	38,26532395	38,37469781	100	Yes	0,091256	0,202277
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	40,15612107	40,14248598	40,10260191	40,23106299	100	Yes	0,128461	0,171976
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	36,62503328	36,57437474	36,51931499	36,72914756	100	Yes	0,190177	0,233252
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	39,81761845	39,80026891	39,76456956	39,84618998	100	Yes	0,08162	0,179459
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	38,57113822	38,53535491	38,5025511	38,57247733	100	Yes	0,069926	0,209496
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	39,37439732	39,35211891	39,32003072	39,3881106	100	Yes	0,06808	0,187946
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	40,11312979	40,10052196	40,06528118	40,14980909	100	Yes	0,084528	0,173496
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	40,45448818	40,45894072	40,40903086	40,51766887	100	Yes	0,029759	0,177709
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	37,27016186	37,25221415	37,20867649	37,29985317	100	Yes	0,025692	0,222359

PG Velocity (Z) 36	[m/s]	34,21332392	34,17930724	34,12068124	34,25226449	100	Yes	0,024253	0,285378
PG Velocity (Z) 37	[m/s]	18,97211409	18,94981284	18,90894475	18,99406608	100	Yes	0,037135	0,160282
PG Velocity (Z) 38	[m/s]	36,18801281	36,16575617	36,09413469	36,23979809	100	Yes	0,043535	0,239914
PG Velocity (Z) 39	[m/s]	39,37156743	39,37486774	39,3170994	39,43050724	100	Yes	0,053849	0,193316
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	38,79980734	38,75139732	38,70059769	38,87816412	100	Yes	0,156371	0,18127
PG Velocity (Z) 40	[m/s]	41,11740978	41,12932196	41,07245624	41,17966785	100	Yes	0,039694	0,171636
PG Velocity (Z) 41	[m/s]	39,83958672	39,82389989	39,79036199	39,86107385	100	Yes	0,070712	0,176099
PG Velocity (Z) 42	[m/s]	38,96643851	38,92128785	38,86318542	38,98624548	100	Yes	0,12306	0,205351
PG Velocity (Z) 43	[m/s]	38,02010586	37,94177924	37,84233399	38,04913158	100	Yes	0,206798	0,252327
PG Velocity (Z) 44	[m/s]	36,81799052	36,74544228	36,68647824	36,81799052	100	Yes	0,131512	0,260164
PG Velocity (Z) 45	[m/s]	35,85785247	35,77557136	35,72840307	35,85785247	100	Yes	0,129449	0,265575
PG Velocity (Z) 46	[m/s]	35,20895292	35,12621662	35,07287597	35,20895292	100	Yes	0,136077	0,268104
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	38,90720366	38,86911639	38,83232869	38,91631295	100	Yes	0,046284	0,176928
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	37,56506461	37,51147855	37,46584387	37,56506461	100	Yes	0,099221	0,210237
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	36,75042379	36,685684	36,64416729	36,75042379	100	Yes	0,106257	0,238935
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	39,15139954	39,1203212	39,07727257	39,15139954	100	Yes	0,028532	0,18542
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	39,22890284	39,19295292	39,15396126	39,26391257	100	Yes	0,088352	0,177871

35,99626525

Iterations []: 128
Analysis interval: 48

radiador equivalente2.SLDPRT

Dh

8,25 Vel inicial

5

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	1,153132509	1,159784712	1,14918065	1,170004959	100	Yes	0,007464	0,009104
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	3,225555771	3,243191514	3,212819606	3,271298035	100	Yes	0,020997	0,025118
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	4,314007934	4,336027548	4,297466114	4,373099307	100	Yes	0,027939	0,03375
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	4,299119152	4,318465557	4,284808409	4,351470281	100	Yes	0,02741	0,034109
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	4,286128832	4,302116478	4,272594574	4,331982589	100	Yes	0,027186	0,034759
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	4,271681672	4,284441967	4,25956992	4,310625262	100	Yes	0,026869	0,035476
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	4,255997585	4,265941877	4,246236086	4,291713574	100	Yes	0,026426	0,036235
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	1,371600556	1,375045981	1,367776837	1,383617089	100	Yes	0,008615	0,01175
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	1,385850833	1,385701714	1,379358724	1,390868457	100	Yes	0,008073	0,011532
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	4,274268231	4,279288438	4,260468528	4,301517608	100	Yes	0,025726	0,035955
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	4,289952319	4,297788528	4,279439031	4,318610334	100	Yes	0,02617	0,035196
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	4,304757147	4,315565379	4,293690516	4,339633759	100	Yes	0,026482	0,034578
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	4,318603138	4,332473659	4,30794133	4,359653353	100	Yes	0,026719	0,034063
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	4,333586642	4,350097726	4,320856436	4,381236961	100	Yes	0,027131	0,033706
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	3,212351818	3,22426935	3,203606631	3,246659104	100	Yes	0,019949	0,024827
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	1,166002129	1,169309842	1,164262921	1,177473128	100	Yes	0,00698	0,009045
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	1,166002129	1,169309842	1,164262921	1,177473128	100	Yes	0,00698	0,009045
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	3,110200609	3,118462059	3,10452118	3,139161592	100	Yes	0,018953	0,024036
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	4,346444378	4,357904124	4,337773722	4,385141226	100	Yes	0,026602	0,033751
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	4,330816661	4,339857869	4,323108004	4,363336731	100	Yes	0,026171	0,034098
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	4,31697067	4,32294959	4,307216038	4,342709682	100	Yes	0,025883	0,03457
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	4,302069293	4,305168434	4,287971416	4,321278037	100	Yes	0,025607	0,03513
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	3,692937409	3,693093925	3,676532556	3,707629608	100	Yes	0,021829	0,030589
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	1,385850833	1,385701714	1,379358724	1,390868457	100	Yes	0,008073	0,011532
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	1,385850833	1,385701714	1,379358724	1,390868457	100	Yes	0,008073	0,011532
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	4,121226052	4,117859971	4,097666118	4,132001508	100	Yes	0,024915	0,034018
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	4,314282816	4,312552645	4,293141518	4,328103274	100	Yes	0,025904	0,035122
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	4,329184193	4,330333801	4,31238614	4,349741223	100	Yes	0,025913	0,034561
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	4,343030184	4,34724208	4,331434958	4,370368272	100	Yes	0,026284	0,034233

PG Velocity (Z) 30	[m/s]	4,358988171	4,365504779	4,349353785	4,392030139	100	Yes	0,026776	0,033892
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	3,143699413	3,151158334	3,13868843	3,171888823	100	Yes	0,019071	0,024302
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	1,166002129	1,169309842	1,164262921	1,177473128	100	Yes	0,00698	0,009045

3,390988156

Iterations []: 113

Analysis interval: 46

radiador equivalente2.SLDPRT

Dh

8,25 Vel inicial

10

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	3,665317152	3,671797107	3,643079029	3,694406531	100	Yes	0,023067	0,029265
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	8,832629674	8,753173297	8,664284073	8,832629674	100	Yes	0,052847	0,063021
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	8,919330859	8,858151547	8,797748127	8,919330859	100	Yes	0,047471	0,060785
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	8,931243661	8,892851754	8,840918421	8,931243661	100	Yes	0,043755	0,059993
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	8,937996307	8,922018261	8,872578374	8,970175818	100	Yes	0,04157	0,060198
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	8,924709218	8,928804588	8,868860588	8,987747864	100	Yes	0,04303	0,060734
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	8,798079619	8,816417621	8,750902191	8,874358914	100	Yes	0,048985	0,063257
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	3,753084871	3,765206764	3,737183966	3,78654621	100	Yes	0,021742	0,025745
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	3,753084871	3,765206764	3,737183966	3,78654621	100	Yes	0,021742	0,025745
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	8,975881697	9,00604432	8,942188084	9,05832209	100	Yes	0,050069	0,059945
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	9,098856108	9,116733057	9,059526164	9,166739199	100	Yes	0,044812	0,057495
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	8,598533687	8,60833387	8,542479806	8,667904521	100	Yes	0,049716	0,067066
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	9,112143196	9,10994673	9,063243951	9,149167153	100	Yes	0,043351	0,056959
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	9,079813705	9,053123637	9,019095797	9,079813705	100	Yes	0,042917	0,057273
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	9,053124645	9,002445662	8,950575856	9,053124645	100	Yes	0,043195	0,058521
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	8,96642346	8,897467413	8,817111802	8,96642346	100	Yes	0,046862	0,060903
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	5,060481639	5,016497203	4,95807756	5,060481639	100	Yes	0,029084	0,036147
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	7,261787018	7,201269426	7,121802858	7,261787018	100	Yes	0,037414	0,050282
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	9,101010566	9,04153489	8,970261219	9,101010566	100	Yes	0,044318	0,058726
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	9,189338704	9,149148247	9,106442129	9,189338704	100	Yes	0,041608	0,056383
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	9,236187161	9,221513268	9,191823972	9,23642448	100	Yes	0,043432	0,054494
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	9,282961069	9,293955304	9,250585859	9,32391744	100	Yes	0,045227	0,053798
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	8,73087651	8,723775042	8,654638994	8,788429055	100	Yes	0,043286	0,064424
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	9,275767267	9,307202327	9,252810743	9,354147951	100	Yes	0,047309	0,054193
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	9,159692388	9,199869353	9,136781205	9,254028	100	Yes	0,051895	0,056535
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	3,866626208	3,881100894	3,852573945	3,902547445	100	Yes	0,022083	0,025403
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	8,765809533	8,738101592	8,664035933	8,795741861	100	Yes	0,048262	0,063491
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	8,762738797	8,712916385	8,637103664	8,762738797	100	Yes	0,055227	0,063225
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	8,760222886	8,688265581	8,61025576	8,760222886	100	Yes	0,062368	0,0636

PG Velocity (Z) 7	[m/s]	8,688889517	8,601937669	8,501840154	8,688889517	100	Yes	0,065597	0,065656
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	6,947159975	6,872395247	6,769496506	6,947159975	100	Yes	0,052418	0,055673
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	5,134538294	5,089574319	5,029805277	5,134538294	100	Yes	0,029785	0,036807

7,934586848

Iterations []: 121

Analysis interval: 48

radiador equivalente2.SLDPRT

Dh

8,25 Vel inicial

20

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	7,450320679	7,438955195	7,366697053	7,491366337	100	Yes	0,0257793	0,054909
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	17,56978508	17,50167269	17,39832062	17,59024493	100	Yes	0,052912	0,1193663
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	17,78409654	17,72589785	17,60692218	17,80419319	100	Yes	0,061149	0,1153839
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	17,88739585	17,84140649	17,73787534	17,92572012	100	Yes	0,038887	0,1137796
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	17,98656153	17,95311958	17,86000985	18,04533372	100	Yes	0,0250417	0,1145026
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	18,02392516	17,99872738	17,90243212	18,09641338	100	Yes	0,0309515	0,1158545
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	17,8299276	17,80645165	17,67780744	17,89978521	100	Yes	0,0561811	0,1197746
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	7,60047757	7,596541884	7,557570866	7,631080351	100	Yes	0,015376	0,0487975
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	7,60047757	7,596541884	7,557570866	7,631080351	100	Yes	0,015376	0,0487975
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	18,17154217	18,16138887	18,08253236	18,2459284	100	Yes	0,0371704	0,1138185
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	18,36847236	18,35366727	18,27811624	18,4414921	100	Yes	0,0276945	0,1098001
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	17,45875303	17,4242675	17,25066044	17,54834253	100	Yes	0,0705784	0,1263279
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	18,33110872	18,30805947	18,22700557	18,38460852	100	Yes	0,0271776	0,1085693
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	18,21173096	18,17689828	18,09835891	18,23350551	100	Yes	0,0233014	0,1094398
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	18,09675472	18,05015409	17,96971348	18,12203997	100	Yes	0,0266738	0,1114678
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	17,88244327	17,82592893	17,73887961	17,9090186	100	Yes	0,0222779	0,1153592
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	10,07540606	10,04145729	9,980510402	10,08952292	100	Yes	0,0149451	0,0681827
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	14,50553475	14,46955284	14,35646553	14,53686933	100	Yes	0,0658699	0,0955949
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	18,19893811	18,15491589	18,04036796	18,22844515	100	Yes	0,0456979	0,111499
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	18,41516599	18,37937873	18,2990431	18,4467684	100	Yes	0,0221233	0,1078962
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	18,5459907	18,52128814	18,44930818	18,59323816	100	Yes	0,017032	0,1047237
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	18,67678315	18,66343255	18,57281277	18,73993194	100	Yes	0,0339751	0,1030284
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	17,64882344	17,61641728	17,4915445	17,74882161	100	Yes	0,0428085	0,1224585
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	18,71886735	18,71348585	18,62006563	18,79253795	100	Yes	0,0342792	0,1036483
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	18,51664821	18,52115666	18,4289093	18,60738911	100	Yes	0,0263595	0,1078136
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	7,823841578	7,822635937	7,788684996	7,858836194	100	Yes	0,01264	0,0482937
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	17,62392892	17,58411702	17,46038263	17,70450692	100	Yes	0,0300907	0,1202204
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	17,52767287	17,47520357	17,35366393	17,57773291	100	Yes	0,0522053	0,1189845
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	17,43171697	17,36667657	17,22119416	17,46968813	100	Yes	0,0866512	0,1202291

PG Velocity (Z) 7	[m/s]	17,23195805	17,15127647	17,00891911	17,25428331	100	Yes	0,1050994	0,1231226
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	13,75404712	13,67952162	13,5575717	13,78293686	100	Yes	0,1021942	0,104347
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	10,22126351	10,18609112	10,12470818	10,23585746	100	Yes	0,0158379	0,0694024

15,94082146

Iterations []: 193

Analysis interval: 48

radiador equivalente2.SLDPRT

Dh

8,25 vel inicial

40

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	9,646597093	9,593448115	9,518067883	9,656076737	100	Yes	0,038496	0,062903
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	35,62697844	35,32573074	35,01086872	35,62697844	100	Yes	0,174708	0,254151
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	35,73647036	35,44929971	35,19356116	35,73647036	100	Yes	0,159334	0,249409
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	35,84642714	35,56960774	35,36702452	35,84642714	100	Yes	0,143729	0,24533
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	35,95299071	35,68516185	35,48976407	35,95299071	100	Yes	0,12776	0,241772
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	36,05832148	35,80287223	35,63519837	36,05832148	100	Yes	0,113505	0,238231
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	26,68108657	26,50300177	26,38546651	26,68662148	100	Yes	0,080487	0,177036
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	9,648963206	9,591107516	9,55251951	9,648963206	100	Yes	0,030844	0,065235
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	9,648963206	9,591107516	9,55251951	9,648963206	100	Yes	0,030844	0,065235
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	25,73075886	25,56829294	25,46855911	25,73075886	100	Yes	0,08035	0,173763
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	35,99638397	35,75832716	35,607637	35,99638397	100	Yes	0,115941	0,242626
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	26,96456567	26,78810047	26,59402448	27,00218071	100	Yes	0,090787	0,174829
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	35,88159329	35,63784656	35,48737984	35,88159329	100	Yes	0,127881	0,245063
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	35,77502972	35,52229245	35,36464029	35,77502972	100	Yes	0,14385	0,248621
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	35,66278858	35,4019718	35,20162298	35,66278858	100	Yes	0,158594	0,252692
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	30,59162627	30,36823542	30,16684415	30,59162627	100	Yes	0,145475	0,220818
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	11,47862143	11,39660889	11,33781782	11,47862143	100	Yes	0,058729	0,082313
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	11,47862143	11,39660889	11,33781782	11,47862143	100	Yes	0,058729	0,082313
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	34,01757362	33,79018841	33,58193003	34,01757362	100	Yes	0,162925	0,249384
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	35,59139116	35,35465651	35,2126319	35,59139116	100	Yes	0,159914	0,255983
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	35,7036323	35,47497716	35,36225607	35,7036323	100	Yes	0,145058	0,251913
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	35,81019587	35,59053127	35,48499562	35,81019587	100	Yes	0,128997	0,249529
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	36,06822283	35,81623992	35,57420677	36,07385164	100	Yes	0,123273	0,234284
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	35,92983639	35,71243209	35,59197583	35,92983639	100	Yes	0,117751	0,248037
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	25,97759436	25,81631192	25,71709767	25,97759436	100	Yes	0,081488	0,176415
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	9,648963206	9,591107516	9,55251951	9,648963206	100	Yes	0,030844	0,065235
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	35,964283	35,69893686	35,48236572	35,964283	100	Yes	0,137868	0,238516
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	35,87412924	35,58905748	35,34369112	35,87412924	100	Yes	0,155077	0,241994
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	35,77341493	35,47065794	35,18610872	35,77341493	100	Yes	0,171648	0,246088

PG Velocity (Z) 7	[m/s]	35,66392301	35,34708897	35,00341628	35,66392301	100	Yes	0,187023	0,25083
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	11,49807553	11,40718298	11,31088146	11,49807553	100	Yes	0,069315	0,079913
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	11,47862143	11,39660889	11,33781782	11,47862143	100	Yes	0,058729	0,082313

27,90642499

Iterations []: 116
Analysis interval: 46

radiador equivalente 5.6.SLDPRT

Dh

6,62 Vel inicial

5

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	2,949492789	2,968623001	2,938617435	2,994208688	100	Yes	0,02759	0,0291019
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	3,924522908	3,94029189	3,910422002	3,975464221	100	Yes	0,0356385	0,0387684
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	3,929568953	3,934151548	3,896267949	3,974173793	100	Yes	0,0349009	0,0391769
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	2,411671987	2,40803316	2,379294507	2,436729783	100	Yes	0,0210982	0,0242518
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	3,936536455	3,920277042	3,878438074	3,957088057	100	Yes	0,0282312	0,0399715
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	3,942346427	3,917441764	3,877953887	3,9466114	100	Yes	0,029331	0,0403683
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	1,183568168	1,175973138	1,16661905	1,184092467	100	Yes	0,0070529	0,0122091
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	1,382978462	1,372311252	1,360966681	1,382978462	100	Yes	0,0079392	0,0133483
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	3,972250547	3,946201101	3,906762073	3,974499715	100	Yes	0,0289423	0,0397403
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	3,966427054	3,948977493	3,906452991	3,986690885	100	Yes	0,0279166	0,039314
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	3,96012562	3,949409828	3,902789582	3,993966644	100	Yes	0,0276585	0,0392107
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	3,955308925	3,955050388	3,916808844	3,994845185	100	Yes	0,0267266	0,0388189
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	3,95026288	3,961190729	3,930962896	3,998400992	100	Yes	0,0274642	0,0384239
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	3,945371868	3,966993233	3,927339858	4,001632301	100	Yes	0,0274825	0,0383303
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	3,991003934	4,005364625	3,970265737	4,033704709	100	Yes	0,0079574	0,0380918
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	3,995498425	4,000426188	3,978737074	4,031377285	100	Yes	0,0104948	0,038034
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	4,000068508	3,995323027	3,965586866	4,028877546	100	Yes	0,0132669	0,0381715
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	4,004562999	3,99038459	3,951756966	4,026550122	100	Yes	0,0164152	0,038263
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	4,010864432	3,989952255	3,955420375	4,021097598	100	Yes	0,0192509	0,0383817
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	4,017349361	3,990056463	3,957647766	4,017349361	100	Yes	0,0220689	0,0387302
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	4,023741786	3,989757806	3,955713348	4,023741786	100	Yes	0,0246515	0,0390895
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	1,697358154	1,684182972	1,670256564	1,697358154	100	Yes	0,0097787	0,0163896
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	4,062316228	4,033337187	4,007890947	4,062316228	100	Yes	0,0193666	0,0377702
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	4,05530181	4,030927018	4,004387759	4,055893344	100	Yes	0,0149027	0,0377243
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	4,049000377	4,031359352	4,00072435	4,061345868	100	Yes	0,009542	0,0376782
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	4,044752498	4,035760391	4,014409314	4,063111129	100	Yes	0,0100934	0,0377367
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	4,040809562	4,039496923	4,021832953	4,064181263	100	Yes	0,0131066	0,0380644
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	4,036636	4,043736018	4,013191616	4,074648442	100	Yes	0,0160682	0,0384088
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	4,0593222152	4,061973311	4,036460742	4,095568518	100	Yes	0,0252299	0,0386746

PG Velocity (Z) 30	[m/s]	4,063265089	4,058236778	4,045224243	4,077349549	100	Yes	0,0204558	0,0382348
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	4,067208025	4,054500245	4,038687635	4,076279415	100	Yes	0,0162806	0,0377951
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	4,070754642	4,050625799	4,026657441	4,074965884	100	Yes	0,013371	0,0375032
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	4,075417479	4,051685096	4,031574757	4,075417479	100	Yes	0,0151474	0,0372486
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	4,082577366	4,05472879	4,032412313	4,082577366	100	Yes	0,0190103	0,0374029
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	0,819342431	0,814566192	0,811055487	0,819342431	100	Yes	0,002771	0,0076952
PG Velocity (Z) 36	[m/s]	4,056207958	4,028587761	4,008847652	4,056207958	100	Yes	0,0177239	0,0380411
PG Velocity (Z) 37	[m/s]	4,049466347	4,02584038	4,008113177	4,049466347	100	Yes	0,0134966	0,0377137
PG Velocity (Z) 38	[m/s]	4,044285594	4,024198734	4,007763366	4,044285594	100	Yes	0,0111895	0,0376298
PG Velocity (Z) 39	[m/s]	4,041083993	4,024174599	4,009566043	4,042972318	100	Yes	0,0104799	0,0380223
PG Velocity (Z) 40	[m/s]	4,041584266	4,029457302	4,015706702	4,046771233	100	Yes	0,011967	0,0381922
PG Velocity (Z) 41	[m/s]	4,03764133	4,033193835	4,019200116	4,047841367	100	Yes	0,0155279	0,0385633
PG Velocity (Z) 42	[m/s]	4,037436529	4,038231182	4,022373701	4,062662734	100	Yes	0,0190196	0,0388237
PG Velocity (Z) 43	[m/s]	1,60119509	1,600044667	1,594816817	1,605693169	100	Yes	0,0055223	0,0154639
PG Velocity (Z) 44	[m/s]	3,085579318	3,080091965	3,06856525	3,089489184	100	Yes	0,0077098	0,0298517
PG Velocity (Z) 45	[m/s]	2,88560416	2,879932274	2,869191527	2,888673348	100	Yes	0,0070978	0,0278839
PG Velocity (Z) 46	[m/s]	1,401364303	1,396359464	1,391663392	1,402110329	100	Yes	0,0033458	0,0133571
PG Velocity (Z) 47	[m/s]	1,804320247	1,794807733	1,787549568	1,805518981	100	Yes	0,0058909	0,0170932
PG Velocity (Z) 48	[m/s]	4,018455653	3,998439872	3,979258685	4,024125271	100	Yes	0,0137928	0,038473
PG Velocity (Z) 49	[m/s]	2,05056478	2,039218087	2,030707006	2,052027288	100	Yes	0,0076001	0,0194804
PG Velocity (Z) 50	[m/s]	3,054711279	3,039291302	3,030174874	3,054711279	100	Yes	0,0139791	0,0288967
PG Velocity (Z) 51	[m/s]	4,064833346	4,040265751	4,027853605	4,064833346	100	Yes	0,0178139	0,0378683
PG Velocity (Z) 52	[m/s]	4,094972293	4,06986688	4,057897016	4,094972293	100	Yes	0,019851	0,0372663
PG Velocity (Z) 53	[m/s]	4,073228478	4,047359878	4,032705425	4,073228478	100	Yes	0,0198912	0,0376502
PG Velocity (Z) 54	[m/s]	4,026827816	3,999938827	3,979130655	4,026827816	100	Yes	0,024188	0,0385008
PG Velocity (Z) 55	[m/s]	3,980302319	3,952498041	3,925856996	3,980302319	100	Yes	0,0294398	0,0394804
PG Velocity (Z) 56	[m/s]	3,953644051	3,92511893	3,896282092	3,953644051	100	Yes	0,0300715	0,0400201

Iterations []: 122

Analysis interval: 49

radiador equivalente 5.6.SLDPRT

Dh

6,62 Vel inicial

10

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	7,425029496	7,420675978	7,415198691	7,426929498	100	Yes	0,011731	0,066448
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	7,246046627	7,245804429	7,242526689	7,250993464	100	Yes	0,008467	0,069006
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	7,082622647	7,0830364	7,079907748	7,089521828	100	Yes	0,009614	0,070735
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	7,016738735	7,016626557	7,013495188	7,023141757	100	Yes	0,009647	0,071426
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	7,15874694	7,157614703	7,154834086	7,161617333	100	Yes	0,006783	0,069493
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	7,329406127	7,326185439	7,321379553	7,332460537	100	Yes	0,011081	0,067649
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	7,0740801	7,071917531	7,067397388	7,078213915	100	Yes	0,010817	0,067552
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	7,067345257	7,067465209	7,065170685	7,072729062	100	Yes	0,007558	0,070656
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	6,939734026	6,940950143	6,93756931	6,949003694	100	Yes	0,011434	0,072355
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	6,994674587	6,995621347	6,992119805	7,00277401	100	Yes	0,010654	0,071722
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	7,151802748	7,151851298	7,148213416	7,157769331	100	Yes	0,009556	0,070048
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	7,259440305	7,257350316	7,254330151	7,260602271	100	Yes	0,006272	0,068307
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	7,332981547	7,332033578	7,328274129	7,341028346	100	Yes	0,012754	0,068493
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	3,381384695	3,380960462	3,378543977	3,385626334	100	Yes	0,007082	0,030288
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	7,621647518	7,621767469	7,617632788	7,632475969	100	Yes	0,014843	0,065901
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	7,460140742	7,460746274	7,456723907	7,469012301	100	Yes	0,012288	0,067401
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	7,278961943	7,280563995	7,276019732	7,285753286	100	Yes	0,009734	0,069014
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	7,115650152	7,117868098	7,113260945	7,125938142	100	Yes	0,012677	0,070748
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	7,045620444	7,046830873	7,043869133	7,054517031	100	Yes	0,010648	0,071426
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	7,189821458	7,189890206	7,187228145	7,19480151	100	Yes	0,007573	0,069493
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	5,547626136	5,546138054	5,542508688	5,55082781	100	Yes	0,008319	0,050947
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	7,507689236	7,505874525	7,500526926	7,512083769	100	Yes	0,011557	0,066198
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	2,099566728	2,099215938	2,098370244	2,100485517	100	Yes	0,002115	0,02044
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	7,340467614	7,340956199	7,338278299	7,345717494	100	Yes	0,007439	0,068076
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	7,183677984	7,185383762	7,182792583	7,192938068	100	Yes	0,010145	0,070189
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	7,253615451	7,256327446	7,252090956	7,264265032	100	Yes	0,012174	0,069512
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	7,436439956	7,439852528	7,433667676	7,446466833	100	Yes	0,012799	0,067571
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	7,621234244	7,624091832	7,617632048	7,630577134	100	Yes	0,012945	0,065821
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	7,780121974	7,78360868	7,775398247	7,791957082	100	Yes	0,016559	0,064126

PG Velocity (Z) 36	[m/s]	7,9586283	7,965490733	7,952916766	7,977505987	100	Yes	0,024589	0,062276
PG Velocity (Z) 37	[m/s]	7,79974057	7,805973885	7,795150567	7,816588312	100	Yes	0,021438	0,06397
PG Velocity (Z) 38	[m/s]	7,59524269	7,599624718	7,59341886	7,606612606	100	Yes	0,013194	0,066105
PG Velocity (Z) 39	[m/s]	7,410738275	7,414214569	7,410327314	7,422145348	100	Yes	0,011818	0,068078
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	7,195375684	7,194779301	7,191329019	7,199842329	100	Yes	0,008513	0,0696
PG Velocity (Z) 40	[m/s]	7,340800808	7,343270886	7,340800808	7,350818384	100	Yes	0,010018	0,068762
PG Velocity (Z) 41	[m/s]	7,497590438	7,498843322	7,496176403	7,50359781	100	Yes	0,007421	0,066652
PG Velocity (Z) 42	[m/s]	7,684526047	7,6835897	7,678358148	7,689245022	100	Yes	0,010887	0,06425
PG Velocity (Z) 43	[m/s]	6,131515508	6,131273223	6,127376992	6,135230285	100	Yes	0,007853	0,049997
PG Velocity (Z) 44	[m/s]	7,637932275	7,639553121	7,636752274	7,644223335	100	Yes	0,007471	0,065289
PG Velocity (Z) 45	[m/s]	7,497923632	7,501158009	7,497692342	7,5086987	100	Yes	0,011006	0,067368
PG Velocity (Z) 46	[m/s]	7,555583065	7,560094884	7,555366945	7,568665272	100	Yes	0,013298	0,066824
PG Velocity (Z) 47	[m/s]	7,733446285	7,739795162	7,731926186	7,749058962	100	Yes	0,017133	0,06479
PG Velocity (Z) 48	[m/s]	7,042721813	7,048965399	7,039582944	7,059934085	100	Yes	0,020351	0,057226
PG Velocity (Z) 49	[m/s]	8,0939645	8,10351021	8,088197001	8,119201449	100	Yes	0,031004	0,060947
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	7,349763526	7,349324493	7,346113294	7,353873762	100	Yes	0,00776	0,067794
PG Velocity (Z) 50	[m/s]	8,219651367	8,230472718	8,215318925	8,247402917	100	Yes	0,032084	0,058857
PG Velocity (Z) 51	[m/s]	8,063971734	8,071108825	8,059468471	8,082996588	100	Yes	0,023528	0,060413
PG Velocity (Z) 52	[m/s]	7,885465408	7,889226772	7,881376038	7,897197034	100	Yes	0,015821	0,062327
PG Velocity (Z) 53	[m/s]	7,720564928	7,720767138	7,714405887	7,730627291	100	Yes	0,016221	0,064266
PG Velocity (Z) 54	[m/s]	7,596857712	7,593402986	7,58377734	7,603217955	100	Yes	0,019441	0,065631
PG Velocity (Z) 55	[m/s]	7,685286252	7,681754372	7,673370635	7,690728287	100	Yes	0,017358	0,06431
PG Velocity (Z) 56	[m/s]	7,791836532	7,788784825	7,782178704	7,796575542	100	Yes	0,014397	0,062777
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	7,532954449	7,531832954	7,52857034	7,538833215	100	Yes	0,010263	0,066126
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	7,691868365	7,691025982	7,687869128	7,698945814	100	Yes	0,011077	0,064284
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	7,586967927	7,585162928	7,579842962	7,59529121	100	Yes	0,015448	0,065941
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	6,666638831	6,66581688	6,661752229	6,673231521	100	Yes	0,011479	0,059421

7,21385763

Iterations []: 91
Analysis interval: 46

radiador equivalente 5.6.SLDPRT

Dh

6,62 Vel inicial

20

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	12,26889526	12,34208723	12,23921563	12,45290983	100	Yes	0,053584	0,104738
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	16,32469203	16,40069228	16,32469203	16,47845773	100	Yes	0,111115	0,136592
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	16,28446338	16,39027706	16,28446338	16,49342041	100	Yes	0,101746	0,13806
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	16,3008364	16,40872793	16,3008364	16,53561912	100	Yes	0,081995	0,138464
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	16,32506917	16,43195734	16,31165098	16,57793932	100	Yes	0,063903	0,138797
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	16,34398898	16,45195661	16,30152043	16,62081075	100	Yes	0,046653	0,140529
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	16,40241271	16,51090571	16,35293957	16,6942399	100	Yes	0,041714	0,142937
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	16,39708153	16,49916802	16,38328408	16,64995863	100	Yes	0,031987	0,140338
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	16,38915983	16,48585536	16,38412884	16,60594613	100	Yes	0,041619	0,137816
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	16,38382864	16,47411768	16,38382864	16,56166485	100	Yes	0,060267	0,136811
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	16,42405729	16,4845329	16,42151806	16,54751555	100	Yes	0,069636	0,135386
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	16,28643764	16,38161653	16,27214543	16,50785291	100	Yes	0,087432	0,138573
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	16,47571312	16,49897564	16,44921952	16,5375096	100	Yes	0,077992	0,135402
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	16,52427766	16,51079377	16,42901738	16,56820841	100	Yes	0,087046	0,135734
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	6,964202968	6,964813143	6,935185531	6,985278825	100	Yes	0,034402	0,057144
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	16,59277259	16,59783929	16,52174424	16,64057938	100	Yes	0,052437	0,135032
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	16,52342256	16,56837352	16,51280691	16,61669695	100	Yes	0,038264	0,135672
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	16,4831939	16,5579583	16,47595601	16,63280164	100	Yes	0,029207	0,137195
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	16,48007377	16,56455777	16,46638039	16,67600437	100	Yes	0,028512	0,139268
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	16,46650337	16,56480372	16,43868326	16,72224671	100	Yes	0,046913	0,142423
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	16,46083644	16,56985481	16,39539635	16,76766905	100	Yes	0,066866	0,145345
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	16,49428636	16,59393076	16,42279731	16,78322816	100	Yes	0,084515	0,146717
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	16,26220488	16,35838712	16,26220488	16,4655327	100	Yes	0,105525	0,13846
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	16,50785675	16,5936848	16,476021	16,73550259	100	Yes	0,060129	0,143562
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	16,52142715	16,59343885	16,50520009	16,68894542	100	Yes	0,039229	0,140407
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	16,53202821	16,59164948	16,52277228	16,65040155	100	Yes	0,021856	0,138315
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	16,57880305	16,60903047	16,55024283	16,64319208	100	Yes	0,026927	0,136315
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	16,65301427	16,64262356	16,55207754	16,70322117	100	Yes	0,042039	0,135494
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	3,353226871	3,349328127	3,332979974	3,360683351	100	Yes	0,011009	0,028133

PG Velocity (Z) 36	[m/s]	16,62334464	16,57219013	16,46791366	16,65648093	100	Yes	0,066124	0,13765
PG Velocity (Z) 37	[m/s]	16,55333956	16,54160717	16,46663895	16,59413516	100	Yes	0,047566	0,138085
PG Velocity (Z) 38	[m/s]	16,49935159	16,52225698	16,45099977	16,56490385	100	Yes	0,031132	0,138966
PG Velocity (Z) 39	[m/s]	16,46746661	16,51539182	16,4474783	16,55024428	100	Yes	0,0187	0,139521
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	9,953581862	10,0166071	9,953581862	10,07915084	100	Yes	0,074414	0,084884
PG Velocity (Z) 40	[m/s]	16,48718606	16,53294132	16,48264999	16,58364182	100	Yes	0,02096	0,140299
PG Velocity (Z) 41	[m/s]	16,47361566	16,53318728	16,44605491	16,63136883	100	Yes	0,040884	0,143078
PG Velocity (Z) 42	[m/s]	16,48805248	16,54799096	16,416379	16,67476134	100	Yes	0,052912	0,144592
PG Velocity (Z) 43	[m/s]	6,552455191	6,568902631	6,53119041	6,60304825	100	Yes	0,012987	0,056874
PG Velocity (Z) 44	[m/s]	12,63749648	12,66060035	12,626066	12,69466196	100	Yes	0,01198	0,108742
PG Velocity (Z) 45	[m/s]	11,81548465	11,83763706	11,80567466	11,86751637	100	Yes	0,010522	0,101583
PG Velocity (Z) 46	[m/s]	5,720346024	5,735581557	5,712034857	5,748091072	100	Yes	0,006387	0,048866
PG Velocity (Z) 47	[m/s]	7,388368592	7,381799684	7,345059439	7,409334406	100	Yes	0,025006	0,062717
PG Velocity (Z) 48	[m/s]	16,47517907	16,45570584	16,36764812	16,52762756	100	Yes	0,061124	0,141103
PG Velocity (Z) 49	[m/s]	8,404422187	8,389883494	8,347806043	8,423136372	100	Yes	0,033274	0,071233
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	16,23302522	16,30870154	16,23302522	16,39475388	100	Yes	0,113301	0,138737
PG Velocity (Z) 50	[m/s]	12,55573204	12,52066552	12,4760596	12,56619882	100	Yes	0,064612	0,104529
PG Velocity (Z) 51	[m/s]	16,68024234	16,62885497	16,54384391	16,70091746	100	Yes	0,072135	0,136119
PG Velocity (Z) 52	[m/s]	16,7699512	16,72838054	16,63623911	16,7981524	100	Yes	0,06204	0,133302
PG Velocity (Z) 53	[m/s]	16,70174776	16,67180634	16,59088627	16,72657645	100	Yes	0,071033	0,133275
PG Velocity (Z) 54	[m/s]	16,55724335	16,54402868	16,48680242	16,58575505	100	Yes	0,089334	0,134636
PG Velocity (Z) 55	[m/s]	16,41366449	16,41563926	16,37505215	16,48661292	100	Yes	0,111311	0,136362
PG Velocity (Z) 56	[m/s]	16,32699739	16,32968022	16,28983189	16,4052174	100	Yes	0,115208	0,137773
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	16,26212565	16,30399394	16,25263553	16,37595446	100	Yes	0,111786	0,138269
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	4,881909228	4,883599447	4,871175013	4,897715643	100	Yes	0,026541	0,04218
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	5,673771734	5,674785346	5,650976699	5,691082696	100	Yes	0,027903	0,046551
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	16,35424443	16,39636831	16,3472975	16,45972224	100	Yes	0,108321	0,136144

14,61090581

Iterations []: 122

Analysis interval: 49

radiador equivalente 5.6.SLDPRT

Dh

6,62 Vel inicial

40

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	24,58601593	24,69655013	24,47070082	24,88761743	100	Yes	0,178303	0,210458
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	33,00199088	32,79457683	32,52011624	33,03125784	100	Yes	0,250813	0,280461
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	32,97756942	32,7651229	32,52130313	33,01576302	100	Yes	0,223329	0,280968
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	32,93243679	32,83907554	32,66995363	32,99307217	100	Yes	0,180324	0,276982
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	32,87575346	32,91024033	32,70260548	33,09021696	100	Yes	0,161599	0,276523
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	32,82687806	32,98328962	32,67626761	33,25186127	100	Yes	0,164782	0,279364
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	33,08583226	33,23524837	32,95407927	33,49061872	100	Yes	0,065831	0,280392
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	33,11473777	33,15737917	32,978977	33,3332533	100	Yes	0,045081	0,277446
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	33,14745032	33,08042884	32,95320715	33,19013496	100	Yes	0,077662	0,27452
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	33,17635583	33,00255965	32,81779844	33,193342071	100	Yes	0,13258	0,276135
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	33,20077729	33,03201357	32,80869475	33,20891553	100	Yes	0,160064	0,275866
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	32,72525856	32,7583784	32,52773567	32,91983075	100	Yes	0,227227	0,279366
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	33,22076186	33,08356138	32,81516188	33,27702066	100	Yes	0,199902	0,275055
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	33,24295654	33,13829363	32,82513432	33,39217147	100	Yes	0,255732	0,274154
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	14,02168613	13,97345896	13,84866674	14,06943318	100	Yes	0,097494	0,115692
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	33,40689782	33,30277067	33,03997108	33,47396931	100	Yes	0,15273	0,272295
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	33,39956371	33,26945032	33,05356792	33,39956371	100	Yes	0,084888	0,272582
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	33,37514225	33,2399964	33,07629993	33,37514225	100	Yes	0,059639	0,274292
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	33,35865682	33,32086328	33,21076397	33,44298551	100	Yes	0,063323	0,276213
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	33,35752912	33,40543688	33,25562306	33,62460951	100	Yes	0,115262	0,278685
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	33,34478646	33,48720711	33,23189093	33,8111346	100	Yes	0,174413	0,283602
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	33,48233256	33,61677082	33,38024596	33,97658412	100	Yes	0,244687	0,286559
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	32,78194188	32,68721361	32,51399029	32,84693974	100	Yes	0,246433	0,279336
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	33,48346027	33,53219722	33,38063727	33,77815963	100	Yes	0,169584	0,281016
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	33,48458797	33,44762362	33,32348233	33,59982654	100	Yes	0,10101	0,278398
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	33,48065246	33,3626502	33,20343018	33,50655338	100	Yes	0,05562	0,276165
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	33,48069662	33,37096592	33,182036	33,48069662	100	Yes	0,061456	0,272521
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	33,48455523	33,39927858	33,16292691	33,559265	100	Yes	0,138724	0,271413
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	6,753359454	6,737554423	6,706252903	6,767394792	100	Yes	0,035322	0,055519

PG Velocity (Z) 36	[m/s]	33,36806882	33,29982814	33,09869043	33,50053968	100	Yes	0,232733	0,272744
PG Velocity (Z) 37	[m/s]	33,36118947	33,27166127	33,11582474	33,40851236	100	Yes	0,148875	0,27295
PG Velocity (Z) 38	[m/s]	33,34303778	33,24403844	33,12558985	33,34303778	100	Yes	0,080529	0,273922
PG Velocity (Z) 39	[m/s]	33,33244075	33,23623204	33,14798393	33,3372726	100	Yes	0,038955	0,277096
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	20,12855826	20,00082404	19,84599708	20,15848203	100	Yes	0,166907	0,173344
PG Velocity (Z) 40	[m/s]	33,38807777	33,32528807	33,2141138	33,47442833	100	Yes	0,054061	0,27851
PG Velocity (Z) 41	[m/s]	33,38695006	33,40986167	33,25481743	33,63341195	100	Yes	0,107977	0,281229
PG Velocity (Z) 42	[m/s]	33,43357933	33,4982064	33,28961867	33,78382146	100	Yes	0,157387	0,282851
PG Velocity (Z) 43	[m/s]	13,27725169	13,28131873	13,20629297	13,36864231	100	Yes	0,037861	0,11242
PG Velocity (Z) 44	[m/s]	25,58556964	25,55758207	25,43463494	25,67726733	100	Yes	0,031754	0,216346
PG Velocity (Z) 45	[m/s]	23,92031589	23,89052734	23,780474	23,99674756	100	Yes	0,026418	0,202106
PG Velocity (Z) 46	[m/s]	11,57937305	11,55242855	11,5210196	11,58858066	100	Yes	0,012482	0,097044
PG Velocity (Z) 47	[m/s]	14,89896346	14,86195773	14,8025892	14,9342836	100	Yes	0,07421	0,123161
PG Velocity (Z) 48	[m/s]	33,2226554	33,14477603	32,99778205	33,33242004	100	Yes	0,180516	0,276642
PG Velocity (Z) 49	[m/s]	16,935094	16,89386516	16,81518369	16,98412513	100	Yes	0,09799	0,139828
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	32,89510802	32,69990797	32,42547079	32,93794937	100	Yes	0,228796	0,281104
PG Velocity (Z) 50	[m/s]	25,27881447	25,23137999	25,14087611	25,32579071	100	Yes	0,147807	0,205201
PG Velocity (Z) 51	[m/s]	33,48459164	33,4327272	33,30190624	33,60516138	100	Yes	0,213109	0,268016
PG Velocity (Z) 52	[m/s]	33,61226331	33,5775704	33,41054014	33,7540259	100	Yes	0,20033	0,264757
PG Velocity (Z) 53	[m/s]	33,52145456	33,48824153	33,30036779	33,61961201	100	Yes	0,219359	0,265217
PG Velocity (Z) 54	[m/s]	33,34081885	33,29428883	33,09986122	33,44082383	100	Yes	0,24219	0,267329
PG Velocity (Z) 55	[m/s]	33,15600485	33,09863176	32,88142457	33,30793613	100	Yes	0,268834	0,269965
PG Velocity (Z) 56	[m/s]	33,03801683	32,99249545	32,76084848	33,24014324	100	Yes	0,24414	0,271371
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	32,93121855	32,77469093	32,48832422	33,01935867	100	Yes	0,219538	0,278702
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	9,904352739	9,88166054	9,810248924	9,943187924	100	Yes	0,041394	0,083335
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	11,42449759	11,38513467	11,28371469	11,46299992	100	Yes	0,078909	0,094263
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	33,03777836	32,86889432	32,58224732	33,11154695	100	Yes	0,242176	0,278078

29,37186028

Iterations []: 122

Analysis interval: 49

radiador equivalente 3.SLDPRT

Dh

4,05 Vel inicial

5

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	1,509670692	1,511292803	1,509542632	1,519621111	100	Yes	0,010078	0,015514
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	3,599832925	3,603422136	3,599507838	3,622212557	100	Yes	0,022705	0,0367
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	3,62275334	3,625787249	3,622315833	3,64267388	100	Yes	0,020358	0,036145
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	3,64567593	3,648154485	3,645126696	3,663135951	100	Yes	0,018009	0,03559
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	2,070962927	2,072579257	2,070805421	2,08230884	100	Yes	0,011503	0,020576
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	3,622679927	3,6257088	3,622286976	3,642844074	100	Yes	0,020557	0,036142
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	3,599613934	3,603201487	3,599285039	3,622332608	100	Yes	0,023048	0,036703
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	1,509670692	1,511292803	1,509542632	1,519621111	100	Yes	0,010078	0,015514
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	0,725931154	0,726682784	0,725863128	0,730660513	100	Yes	0,004797	0,007432
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	2,159081689	2,161104059	2,158830971	2,172066701	100	Yes	0,013236	0,021978
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	1,913258816	1,914970112	1,913017764	1,924450317	100	Yes	0,011433	0,019405
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	0,737464535	0,737681813	0,737002391	0,740283675	100	Yes	0,003281	0,007105
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	1,890062002	1,891673627	1,889598444	1,901333503	100	Yes	0,011735	0,019147
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	1,510057109	1,511623013	1,509848745	1,52025804	100	Yes	0,010409	0,015503
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	3,600306373	3,603895021	3,599923149	3,623261739	100	Yes	0,023339	0,036682
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	3,623372366	3,626402335	3,622925085	3,643773204	100	Yes	0,020848	0,036121
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	3,646438359	3,648909648	3,645927022	3,66428467	100	Yes	0,018358	0,035561
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	2,355679091	2,357430057	2,355546424	2,368490158	100	Yes	0,012944	0,023267
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	3,62225931	3,62532386	3,621845934	3,642677012	100	Yes	0,020831	0,036147
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	3,599193317	3,602816547	3,598843997	3,622165547	100	Yes	0,023322	0,036707
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	3,622670126	3,625313252	3,621647249	3,641793926	100	Yes	0,020147	0,036193
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	2,231317214	2,231968059	2,229911398	2,239835309	100	Yes	0,009924	0,021493
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	2,379947218	2,380934612	2,378783919	2,389553798	100	Yes	0,01077	0,023083
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	3,622096981	3,624829932	3,621478929	3,640747716	100	Yes	0,019269	0,036207
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	3,623686093	3,626136175	3,622224131	3,642645988	100	Yes	0,020422	0,036181
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	2,159654193	2,161572633	2,159131286	2,172991164	100	Yes	0,01386	0,021966
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	3,601265618	3,604622153	3,600651014	3,623985552	100	Yes	0,023335	0,036663
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	1,510057109	1,511623013	1,509848745	1,52025804	100	Yes	0,010409	0,015503
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	3,624907181	3,627693911	3,624369323	3,644945123	100	Yes	0,020576	0,036081

PG Velocity (Z) 30	[m/s]	3,648552477	3,65076933	3,648000633	3,665907601	100	Yes	0,017907	0,035501
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	2,244801988	2,24646609	2,244567198	2,256939482	100	Yes	0,012372	0,022163
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	3,625118934	3,627842109	3,624442244	3,64493442	100	Yes	0,020492	0,036072
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	3,601434695	3,604728499	3,600684151	3,623941624	100	Yes	0,023257	0,036655
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	1,091080615	1,092102324	1,090889136	1,098000735	100	Yes	0,007112	0,011116
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	0,796493669	0,796827112	0,796086638	0,799837504	100	Yes	0,003751	0,007721
PG Velocity (Z) 36	[m/s]	2,291314659	2,292098489	2,290031712	2,30042779	100	Yes	0,010396	0,022078

2,675429989

Iterations []: 91

Analysis interval: 46

radiador equivalente 3.SLDPRT

Dh

4,05 Vel inicial

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	3,104174339	3,107073762	3,103703189	3,122397649	100	Yes	0,018694	0,028825
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	4,438998419	4,443224108	4,438660732	4,464170368	100	Yes	0,02551	0,040803
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	3,933241755	3,936911868	3,932983326	3,954983246	100	Yes	0,022	0,036021
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	1,514184442	1,515243451	1,514117706	1,520407951	100	Yes	0,00629	0,013159
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	3,885283038	3,88943601	3,885099792	3,906919124	100	Yes	0,021819	0,035531
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	3,104820701	3,107716672	3,104398254	3,123135551	100	Yes	0,018737	0,0288
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	7,401287932	7,407400109	7,399960332	7,441525941	100	Yes	0,041566	0,068143
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	7,444370364	7,448993401	7,442123575	7,479014812	100	Yes	0,036891	0,067108
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	7,487452795	7,490586693	7,484248062	7,516503683	100	Yes	0,032256	0,066074
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	4,838888318	4,841886973	4,837124723	4,86124398	100	Yes	0,024119	0,043245
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	7,4424116	7,446909357	7,439733944	7,476898248	100	Yes	0,037164	0,067165
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	7,399982446	7,406389782	7,398833451	7,440661717	100	Yes	0,041828	0,068188
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	7,399329168	7,405316065	7,397609457	7,439409378	100	Yes	0,0418	0,068199
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	7,444884432	7,451223846	7,444555465	7,482224136	100	Yes	0,037669	0,067126
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	4,581388254	4,58458598	4,581180044	4,600195924	100	Yes	0,019016	0,039808
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	4,887433983	4,891134011	4,88739083	4,908502089	100	Yes	0,021111	0,042767
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	7,443729423	7,450179563	7,443453788	7,481195527	100	Yes	0,037742	0,067177
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	7,445876042	7,452550979	7,445792233	7,484137935	100	Yes	0,038346	0,067101
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	4,439833834	4,444145371	4,439619419	4,465342445	100	Yes	0,025723	0,040769
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	7,4021185	7,408543908	7,401159912	7,443146489	100	Yes	0,041987	0,068112
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	3,104820701	3,107716672	3,104398254	3,123135551	100	Yes	0,018737	0,0288
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	7,446200155	7,451319935	7,444918342	7,481565907	100	Yes	0,036648	0,067029
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	7,442570133	7,44779913	7,441068008	7,478097524	100	Yes	0,03703	0,067151
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	7,490288292	7,494103634	7,488233833	7,519991361	100	Yes	0,031758	0,06596
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	4,610776244	4,613906381	4,610018572	4,632131287	100	Yes	0,022113	0,041168
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	7,446212582	7,451480054	7,44524104	7,48150525	100	Yes	0,036264	0,067006
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	7,402056839	7,408616332	7,401343583	7,443016835	100	Yes	0,041673	0,068093
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	2,242671244	2,24463793	2,242386921	2,255189795	100	Yes	0,012803	0,020652
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	1,63562662	1,636888493	1,635619076	1,642833349	100	Yes	0,007214	0,014306

PG Velocity (Z) 36	[m/s]	4,7042365	4,707849254	4,704170819	4,724541167	100	Yes	0,02037	0,040909
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	7,485165207	7,489211224	7,483207314	7,515534123	100	Yes	0,032327	0,066117
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	4,254282035	4,257337991	4,253342544	4,274810268	100	Yes	0,021468	0,038235
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	7,442853589	7,447674114	7,440735512	7,477747434	100	Yes	0,037012	0,067152
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	7,399771157	7,406080822	7,398417449	7,440258563	100	Yes	0,041841	0,068192
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	3,104174339	3,107073762	3,103703189	3,122397649	100	Yes	0,018694	0,028825
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	1,492545018	1,493810937	1,492237545	1,500845279	100	Yes	0,008608	0,013808

5,497068505

Iterations []: 91

Analysis interval: 46

radiador equivalente 3.SLDPRT

Dh

4,05 Vel inicial

20

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	1,806929267	1,808031355	1,806631298	1,809166894	100	Yes	0,002536	0,017336
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	3,918912115	3,919607456	3,91463347	3,921764354	100	Yes	0,007131	0,036364
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	3,918912115	3,919607456	3,91463347	3,921764354	100	Yes	0,007131	0,036364
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	5,308853619	5,30895828	5,299013022	5,314752704	100	Yes	0,01574	0,047487
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	3,897672935	3,898235882	3,893425793	3,901309763	100	Yes	0,007884	0,036262
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	1,797001797	1,797822204	1,796784191	1,798881374	100	Yes	0,002097	0,017295
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	10,03780414	10,04294866	10,03727232	10,04893215	100	Yes	0,01166	0,095713
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	15,66611154	15,67702851	15,66571061	15,69004198	100	Yes	0,024331	0,149843
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	15,44080144	15,45460325	15,44047985	15,47209704	100	Yes	0,031617	0,152685
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	14,40149665	14,41724901	14,40149665	14,43689673	100	Yes	0,0354	0,140472
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	15,70366155	15,71652406	15,70366155	15,7309381	100	Yes	0,027277	0,147983
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	9,604686415	9,610818369	9,604051523	9,616307109	100	Yes	0,012256	0,092186
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	13,72218223	13,72946151	13,71641138	13,73891355	100	Yes	0,022502	0,125633
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	12,58641848	12,58787874	12,56973388	12,5992434	100	Yes	0,02951	0,115478
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	15,82299828	15,82334678	15,79301041	15,8409061	100	Yes	0,047896	0,141267
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	12,79070576	12,79222883	12,77288511	12,80146518	100	Yes	0,02858	0,117029
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	11,52869423	11,53066598	11,5159492	11,53685635	100	Yes	0,020907	0,106958
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	13,92777009	13,9304151	13,91565398	13,9400354	100	Yes	0,024381	0,131025
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	3,897672935	3,898235882	3,893425793	3,901309763	100	Yes	0,007884	0,036262
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	11,61828402	11,62214691	11,61694368	11,62758454	100	Yes	0,010641	0,112111
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	1,797001797	1,797822204	1,796784191	1,798881374	100	Yes	0,002097	0,017295
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	15,59397682	15,60016831	15,59224718	15,60874503	100	Yes	0,016498	0,153487
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	12,64182519	12,64995212	12,6411651	12,65729416	100	Yes	0,016129	0,121384
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	15,37912984	15,38726089	15,37764204	15,39966696	100	Yes	0,022025	0,155879
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	15,49743234	15,50182848	15,49548453	15,51256197	100	Yes	0,017077	0,155262
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	15,70869871	15,7122106	15,70659201	15,71901899	100	Yes	0,012427	0,15339
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	12,27903925	12,28022759	12,27723164	12,28332305	100	Yes	0,006091	0,117075
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	1,858253742	1,857987817	1,857269333	1,858707732	100	Yes	0,001438	0,017127
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	4,10665523	4,107943448	4,105695381	4,110809832	100	Yes	0,005114	0,036931

PG Velocity (Z) 36	[m/s]	14,51242991	14,51591995	14,50707389	14,52278263	100	Yes	0,015709	0,135322
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	7,293222934	7,298951719	7,293222934	7,305481427	100	Yes	0,012258	0,072941
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	15,47771886	15,49230937	15,47771886	15,50985531	100	Yes	0,032136	0,152763
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	15,70976176	15,72185369	15,70976176	15,73453512	100	Yes	0,024773	0,149977
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	10,26358273	10,26991167	10,26212017	10,27558605	100	Yes	0,013466	0,097539
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	1,806929267	1,808031355	1,806631298	1,809166894	100	Yes	0,002536	0,017336
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	2,463202225	2,464416896	2,462116129	2,466220509	100	Yes	0,004104	0,022668

9,998683612

Iterations []: 97

Analysis interval: 49

radiador equivalente 3.SLDPRT

Dh

4,05 Vel inicial

40

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	3,658382169	3,659821556	3,656377805	3,662519461	100	Yes	0,006142	0,03362
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	7,930508387	7,932719133	7,926899692	7,939900185	100	Yes	0,013	0,070367
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	7,930508387	7,932719133	7,926899692	7,939900185	100	Yes	0,013	0,070367
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	10,73931254	10,74252982	10,7334754	10,75170192	100	Yes	0,018227	0,091792
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	7,89458134	7,895543758	7,890618218	7,901528435	100	Yes	0,01091	0,069931
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	3,641437906	3,641776759	3,63968836	3,643864898	100	Yes	0,004177	0,033461
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	20,33940678	20,3431334	20,33156734	20,35568075	100	Yes	0,024113	0,185126
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	31,75250013	31,75995471	31,73663989	31,7812574	100	Yes	0,044618	0,289771
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	31,3339814	31,33980921	31,3210527	31,35821811	100	Yes	0,037165	0,294466
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	29,21763173	29,22610832	29,19740046	29,24769668	100	Yes	0,050296	0,271267
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	31,81817601	31,82911512	31,7937045	31,85389615	100	Yes	0,060192	0,286651
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	19,45262478	19,45955327	19,43958614	19,47355901	100	Yes	0,033973	0,178641
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	27,77127975	27,78156394	27,74702684	27,80459696	100	Yes	0,05757	0,243644
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	25,48381476	25,48860455	25,4704827	25,50915673	100	Yes	0,038674	0,22271
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	32,00846967	32,01819435	31,99042169	32,04614467	100	Yes	0,055723	0,273043
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	25,88121403	25,88868862	25,87060538	25,91230787	100	Yes	0,041702	0,226328
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	23,33125731	23,33777632	23,31953098	23,35959748	100	Yes	0,040066	0,206911
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	28,21621712	28,21751474	28,20272826	28,23509786	100	Yes	0,03237	0,252686
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	7,89458134	7,895543758	7,890618218	7,901528435	100	Yes	0,01091	0,069931
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	23,54724151	23,54820512	23,53580207	23,56094362	100	Yes	0,025142	0,216737
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	3,641437906	3,641776759	3,63968836	3,643864898	100	Yes	0,004177	0,033461
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	31,62335011	31,62484467	31,60933452	31,63930697	100	Yes	0,029972	0,29641
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	25,60477947	25,61382395	25,5874113	25,63224201	100	Yes	0,044831	0,235205
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	31,21869609	31,21959592	31,20615969	31,23811778	100	Yes	0,031958	0,3005
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	31,45723524	31,45658923	31,44566811	31,48389358	100	Yes	0,038225	0,299042
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	31,85742568	31,85708879	31,84372458	31,87301588	100	Yes	0,029291	0,295898
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	24,88647057	24,88567655	24,87476988	24,89528668	100	Yes	0,020517	0,226031
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	3,765387775	3,765134379	3,763896656	3,768201656	100	Yes	0,004305	0,032956
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	8,324202551	8,324946565	8,321001034	8,329909314	100	Yes	0,008908	0,070941

PG Velocity (Z) 36	[m/s]	29,40750863	29,40830542	29,39565006	29,42602192	100	Yes	0,030372	0,260864
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	14,80079959	14,80334886	14,78748049	14,81342342	100	Yes	0,025943	0,140994
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	31,40406783	31,41175835	31,37927155	31,43330725	100	Yes	0,054036	0,29518
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	31,82890973	31,83998067	31,80652035	31,86362728	100	Yes	0,057107	0,290575
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	20,78369593	20,79119239	20,7689377	20,80665123	100	Yes	0,037714	0,189045
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	3,658382169	3,659821556	3,656377805	3,662519461	100	Yes	0,006142	0,03362
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	4,984838572	4,986650074	4,980653015	4,990691193	100	Yes	0,010038	0,043973

20,25637249

Iterations []: 97

Analysis interval: 49

radiador equivalente 4.SLDPRT

Dh

3,05 Vel inicial

5

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	2,723076922	2,758809439	2,723076922	2,804224488	100	Yes	0,0315741	0,0427839
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	3,167646025	3,20771333	3,167646025	3,247396956	100	Yes	0,0337305	0,0440403
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	3,264599016	3,28938865	3,264599016	3,306379359	100	Yes	0,0311785	0,0407719
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	3,67713319	3,724675518	3,67713319	3,754893295	100	Yes	0,0341816	0,0393211
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	2,925151088	2,965519078	2,925151088	2,990939376	100	Yes	0,0259215	0,0281891
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	3,73352033	3,768615635	3,73352033	3,798479604	100	Yes	0,0321005	0,0406129
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	2,828858863	2,864792755	2,828858863	2,915528541	100	Yes	0,032424	0,0476558
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	2,244563285	2,257035075	2,244016498	2,277876685	100	Yes	0,0227992	0,038594
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	1,832442326	1,841804278	1,830712903	1,858604336	100	Yes	0,018579	0,0316402
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	2,773503262	2,789409635	2,763811914	2,82115516	100	Yes	0,0284093	0,049816
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	2,808814889	2,829512614	2,806773321	2,865281796	100	Yes	0,0290597	0,0488111
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	1,434214251	1,440141117	1,432808414	1,452191882	100	Yes	0,0147756	0,0240823
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	2,347161628	2,357811109	2,345101156	2,373364773	100	Yes	0,0245298	0,0354741
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	3,18042122	3,207566401	3,18042122	3,234550061	100	Yes	0,0316169	0,0441884
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	3,433763593	3,466156567	3,433763593	3,49404907	100	Yes	0,0321124	0,0414428
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	2,228917468	2,242350591	2,22549014	2,257214928	100	Yes	0,020061	0,0268005
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	1,890955365	1,909836149	1,883664258	1,928760816	100	Yes	0,0158351	0,0180094
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	2,288818978	2,289805872	2,270074853	2,303628945	100	Yes	0,0191847	0,0282708
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	3,73350599	3,748403554	3,707139449	3,780806671	100	Yes	0,0303904	0,0409193
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	3,90167919	3,932355359	3,864623777	3,987251805	100	Yes	0,0319214	0,0376939
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	3,677110071	3,704462887	3,644944868	3,756722211	100	Yes	0,0317463	0,0394882
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	3,438460517	3,459104071	3,416465073	3,503186537	100	Yes	0,0311417	0,0418728
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	3,1970078	3,208978811	3,189750128	3,240565679	100	Yes	0,0303974	0,0443591
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	2,969495596	2,976894475	2,957649508	3,006001451	100	Yes	0,0304401	0,0466915
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	2,861809633	2,867579137	2,850746796	2,894176288	100	Yes	0,0293636	0,0481055
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	2,825275535	2,830974779	2,812876905	2,855866376	100	Yes	0,0285619	0,0490241
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	2,781749156	2,794117388	2,768148816	2,822918118	100	Yes	0,0288086	0,049854
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	2,0217185	2,023207072	2,012312686	2,037659296	100	Yes	0,02002	0,0346941
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	2,834512195	2,833080872	2,81160964	2,86436581	100	Yes	0,0285349	0,0492154

PG Velocity (Z) 30	[m/s]	2,874010015	2,868233439	2,848868616	2,899489758	100	Yes	0,0287281	0,0483949
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	2,982173629	2,977631334	2,958008222	3,011397354	100	Yes	0,029396	0,0470261
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	3,201350888	3,20265608	3,180847083	3,24243435	100	Yes	0,029752	0,0447291
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	2,681243907	2,689642269	2,656258657	2,728900346	100	Yes	0,0238889	0,033549
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	3,680204548	3,699485921	3,627553374	3,766514155	100	Yes	0,0309145	0,0402467
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	3,899984513	3,922143779	3,839794075	3,993762895	100	Yes	0,0311478	0,0387113

2,941425573

Iterations []: 117
Analysis interval: 46

radiador equivalente 4.SLDPRT

Dh

3,05 Vel inicial

10

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	5,769417821	5,806033672	5,683902745	5,88022091	100	Yes	0,05201	0,079661
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	5,802784121	5,84371999	5,757729875	5,914248923	100	Yes	0,05509	0,092354
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	5,891080627	5,935003307	5,839759683	6,003453881	100	Yes	0,0548	0,090567
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	3,006564066	3,019966223	2,985742592	3,046204821	100	Yes	0,02796	0,044364
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	4,936128198	4,949345786	4,892023789	4,987659843	100	Yes	0,045413	0,064981
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	6,695980697	6,723716085	6,612596117	6,791900428	100	Yes	0,056579	0,081107
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	7,246052808	7,247242279	7,124079925	7,313613083	100	Yes	0,058485	0,075259
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	4,687852046	4,685327239	4,631494108	4,716715909	100	Yes	0,037122	0,048293
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	3,995033451	3,979370533	3,922647728	4,01145717	100	Yes	0,029435	0,031813
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	4,788876114	4,756048506	4,726827926	4,788876114	100	Yes	0,034999	0,052075
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	7,832096934	7,793978527	7,710054692	7,852172798	100	Yes	0,057577	0,073309
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	6,709029135	6,731656224	6,595784348	6,808372259	100	Yes	0,056594	0,081577
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	8,215585027	8,193178207	8,094650462	8,267061067	100	Yes	0,060476	0,065943
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	7,738423139	7,730584128	7,650902396	7,791629998	100	Yes	0,059918	0,069908
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	7,218290128	7,229832997	7,149813822	7,294599831	100	Yes	0,058427	0,074921
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	6,685756135	6,717086755	6,628828926	6,786524313	100	Yes	0,056524	0,080677
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	6,198482187	6,245861973	6,153090196	6,321769493	100	Yes	0,056117	0,085565
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	5,963667277	6,015497417	5,921560074	6,090408765	100	Yes	0,054938	0,088663
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	5,881219685	5,928449314	5,838829604	5,996238673	100	Yes	0,054764	0,090652
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	5,816642332	5,842080257	5,765093097	5,916497704	100	Yes	0,056292	0,092199
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	4,210038583	4,225880813	4,179805271	4,261856854	100	Yes	0,039414	0,064135
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	5,881948383	5,922903436	5,820919259	6,0079992	100	Yes	0,055564	0,091283
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	6,892083395	6,882935062	6,787483161	6,93235408	100	Yes	0,055576	0,074124
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	5,950151357	6,007075201	5,894269039	6,095179925	100	Yes	0,054768	0,089592
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	6,185324692	6,237635	6,125324266	6,327300486	100	Yes	0,055936	0,086503
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	6,658774075	6,698087674	6,604144591	6,783762017	100	Yes	0,056506	0,08148
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	5,602596068	5,619623512	5,558486058	5,681762281	100	Yes	0,045802	0,060285
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	7,716415717	7,718115337	7,612663734	7,79413995	100	Yes	0,060278	0,07138
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	8,182426419	8,171652735	8,05030036	8,254057689	100	Yes	0,06047	0,067908

PG Velocity (Z) 4	[m/s]	7,806109743	7,773220641	7,599565019	7,871369376	100	Yes	0,060217	0,070531
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	6,217052555	6,179216954	6,03811758	6,256408371	100	Yes	0,04582	0,049777
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	7,899787109	7,836613958	7,693470632	7,944040026	100	Yes	0,058041	0,07307
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	5,98428328	6,02884698	5,903555306	6,101067735	100	Yes	0,055053	0,089086
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	4,707184143	4,730335969	4,67742161	4,769549627	100	Yes	0,042963	0,071255
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	3,83909003	3,858435855	3,815092156	3,892258116	100	Yes	0,035275	0,058422

6,150415958

Iterations []: 117
Analysis interval: 46

radiador equivalente 4.SLDPRT

Dh

3,05 Vel inicial

20

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	14,18564884	14,18173783	14,1683972	14,18802627	100	Yes	0,019629	0,126736
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	2,739340936	2,741939473	2,738446259	2,74738608	100	Yes	0,00894	0,025273
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	16,22850883	16,23189637	16,22445057	16,24129562	100	Yes	0,016845	0,14752
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	11,22424324	11,22800566	11,22208686	11,2363853	100	Yes	0,014298	0,100934
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	5,124396933	5,128053612	5,123462828	5,135793193	100	Yes	0,01233	0,046208
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	4,343750659	4,345729935	4,342819732	4,351338527	100	Yes	0,008519	0,037864
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	16,35499153	16,3530255	16,34731421	16,36005132	100	Yes	0,012737	0,14278
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	8,55695663	8,556015239	8,553138199	8,559012818	100	Yes	0,005875	0,073992
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	2,840825827	2,842175175	2,839911525	2,84709186	100	Yes	0,00718	0,024519
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	16,41907012	16,41536528	16,40632382	16,41907012	100	Yes	0,012746	0,14027
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	16,36266391	16,373186	16,35974871	16,40529509	100	Yes	0,045546	0,140603
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	16,3341349	16,32712242	16,30861798	16,3341349	100	Yes	0,025517	0,144677
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	15,35705528	15,36567073	15,35217877	15,39689904	100	Yes	0,04472	0,132731
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	16,32579743	16,33584374	16,32209384	16,36744071	100	Yes	0,045347	0,142121
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	16,29979926	16,31170542	16,29736292	16,34345699	100	Yes	0,046094	0,143043
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	16,21042572	16,22437933	16,20815979	16,25786157	100	Yes	0,049702	0,143476
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	16,24518224	16,26031248	16,24277778	16,29373598	100	Yes	0,050958	0,145216
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	14,0268606	14,03708866	14,02442591	14,05848342	100	Yes	0,034058	0,126626
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	16,1759586	16,19139612	16,17218765	16,22213737	100	Yes	0,04995	0,148104
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	15,09181117	15,10755546	15,08723493	15,13865134	100	Yes	0,051416	0,139947
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	16,08919316	16,11698149	16,08459148	16,16927671	100	Yes	0,084685	0,150422
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	16,12308713	16,15080571	16,11954936	16,20407657	100	Yes	0,084527	0,148977
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	16,36094916	16,35171938	16,33002957	16,36094916	100	Yes	0,03092	0,143792
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	10,71592809	10,73146097	10,71402995	10,76386264	100	Yes	0,049833	0,097684
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	16,1902683	16,21914882	16,18765776	16,28900154	100	Yes	0,101344	0,146227
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	16,21847254	16,24617041	16,21599291	16,31604564	100	Yes	0,100053	0,145041
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	16,24428695	16,27020547	16,24180502	16,34060849	100	Yes	0,098803	0,144094
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	9,998079171	10,00892564	9,99659544	10,0418347	100	Yes	0,045239	0,087476
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	16,29467049	16,31701724	16,29217053	16,38805973	100	Yes	0,095889	0,142214

PG Velocity (Z) 4	[m/s]	7,230233906	7,225037596	7,21606124	7,230233906	100	Yes	0,014173	0,063307
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	16,4143178	16,40031422	16,37264201	16,4143178	100	Yes	0,041676	0,142034
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	16,42729926	16,41660851	16,39056355	16,42729926	100	Yes	0,036736	0,14125
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	9,947740713	9,94603308	9,939342294	9,949471216	100	Yes	0,010129	0,090293
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	16,23388508	16,23143932	16,21952316	16,23645512	100	Yes	0,016932	0,148417
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	16,20048015	16,19963778	16,1903528	16,20484241	100	Yes	0,01449	0,149687

13,52542029

Iterations []: 97

Analysis interval: 49

radiador equivalente 4.SLDPRT

Dh

3,05 Vel inicial

40

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	28,90666787	28,88749708	28,83835567	28,90755315	100	Yes	0,0691975	0,239022
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	5,578550454	5,585117994	5,577620269	5,59705223	100	Yes	0,019432	0,0476443
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	33,04765381	33,05663297	33,01475824	33,09963129	100	Yes	0,0848731	0,2782837
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	22,8671994	22,87211308	22,85263355	22,89790168	100	Yes	0,0452681	0,1902708
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	10,44069418	10,44755626	10,43950214	10,46187416	100	Yes	0,022372	0,0869067
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	8,845136834	8,849254209	8,844064952	8,857848109	100	Yes	0,0137832	0,0712969
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	33,31170364	33,30016879	33,27046852	33,32041824	100	Yes	0,0499497	0,2694102
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	17,41631643	17,41529445	17,40957527	17,42699695	100	Yes	0,0174217	0,1397549
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	5,780109277	5,784456382	5,780109277	5,793082175	100	Yes	0,0129729	0,0462682
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	33,40056674	33,39353621	33,38202913	33,40569965	100	Yes	0,0236705	0,2654127
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	33,29415082	33,32150676	33,29415082	33,38067679	100	Yes	0,086526	0,2654104
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	33,28683088	33,25683763	33,1966684	33,28699189	100	Yes	0,0903235	0,2728768
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	31,24839186	31,27724307	31,24839186	31,3326779	100	Yes	0,084286	0,2504164
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	33,23692064	33,26359329	33,23643715	33,31345774	100	Yes	0,0770206	0,2677221
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	33,19880715	33,22577978	33,198156	33,27208276	100	Yes	0,0739268	0,2691137
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	33,03496453	33,06070673	33,03286804	33,10376321	100	Yes	0,0708952	0,2694673
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	33,11000116	33,13785301	33,10797738	33,18568487	100	Yes	0,0777075	0,2726725
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	28,58066914	28,60029201	28,57736074	28,63994841	100	Yes	0,0625877	0,2381083
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	32,95486084	32,98926646	32,95025413	33,05327286	100	Yes	0,1030187	0,2787558
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	30,73806019	30,77756447	30,73276428	30,85020803	100	Yes	0,1174437	0,2637313
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	32,78355291	32,84829707	32,77909052	32,9603904	100	Yes	0,1812999	0,2831609
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	32,85909591	32,92085316	32,85595542	33,02309144	100	Yes	0,167136	0,2801558
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	33,31977097	33,29265764	33,2427847	33,32017221	100	Yes	0,0773875	0,2715027
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	21,83727845	21,87179902	21,83570001	21,92667065	100	Yes	0,0909706	0,183667
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	32,99534031	33,06278413	32,99534031	33,1701091	100	Yes	0,1747688	0,2747317
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	33,04866124	33,11391022	33,04866124	33,22503385	100	Yes	0,1763726	0,2725602
PG Velocity (Z) 33	[m/s]	33,08793954	33,15217258	33,08793954	33,2669287	100	Yes	0,1789892	0,2711558
PG Velocity (Z) 34	[m/s]	20,35607724	20,38396318	20,35607724	20,43733686	100	Yes	0,0812596	0,1648285
PG Velocity (Z) 35	[m/s]	33,16301593	33,22587596	33,16301593	33,34827567	100	Yes	0,1852597	0,2683956

PG Velocity (Z) 4	[m/s]	14,71204885	14,70321899	14,68684206	14,71216837	100	Yes	0,0253263	0,1197294
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	33,38499732	33,36246029	33,31836737	33,38572023	100	Yes	0,0673529	0,268792
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	33,40596967	33,38783392	33,34927424	33,40676266	100	Yes	0,0574884	0,2675344
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	20,25620515	20,25298046	20,22299771	20,2715437	100	Yes	0,048546	0,1704363
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	33,04857201	33,04770708	32,98955048	33,08539734	100	Yes	0,0958469	0,2801504
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	32,95823617	32,97094644	32,91679892	33,01943032	100	Yes	0,1026314	0,2827645

27,54570659

Iterations []: 97

Analysis interval: 49

assemb com canal.SLDASM

Vel inicial

5

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	-3,929005753	-3,928580601	-3,938139889	-3,918768403	100	Yes	0,019371	0,022879
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	-5,366744264	-5,366068171	-5,37984299	-5,352549082	100	Yes	0,027294	0,030999
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	-5,205192167	-5,203207374	-5,21671062	-5,189749122	100	Yes	0,026961	0,0295
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	-5,391031021	-5,386409302	-5,397475603	-5,374222505	100	Yes	0,023253	0,031051
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	-5,437227775	-5,4326956	-5,444697947	-5,418685054	100	Yes	0,026013	0,031171
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	-5,24573818	-5,243190994	-5,256465311	-5,228439073	100	Yes	0,028026	0,029607
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	-5,414848283	-5,41308411	-5,426665716	-5,400435744	100	Yes	0,02623	0,031035
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	-5,610407739	-5,609415994	-5,623453184	-5,595426822	100	Yes	0,028026	0,03285
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	-5,609377937	-5,606714011	-5,619950181	-5,594679663	100	Yes	0,025271	0,032625
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	-5,421452726	-5,418938692	-5,431784906	-5,406256056	100	Yes	0,025529	0,031067
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	-5,25046687	-5,247359466	-5,259913369	-5,231684823	100	Yes	0,028229	0,029663
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	-5,442490048	-5,437706591	-5,449805282	-5,422509719	100	Yes	0,027296	0,031207
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	-5,421775591	-5,417918487	-5,431523195	-5,40090917	100	Yes	0,030614	0,03117
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	-5,24677136	-5,243022594	-5,255405385	-5,226469905	100	Yes	0,028935	0,029603
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	-5,395963467	-5,392748392	-5,405188449	-5,378724495	100	Yes	0,026464	0,030719
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	-5,605310858	-5,601216985	-5,613749686	-5,589888913	100	Yes	0,023861	0,032418
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	-4,653947808	-4,654212184	-4,66494748	-4,64302273	100	Yes	0,021925	0,02768
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	-3,022594956	-3,022904863	-3,029725492	-3,016072723	100	Yes	0,013653	0,018351
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	-3,096783351	-3,096234122	-3,102820049	-3,090512716	100	Yes	0,012307	0,019741
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	-4,897386298	-4,89568506	-4,905574276	-4,88794711	100	Yes	0,017627	0,030639
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	-4,450891509	-4,449576094	-4,459650923	-4,441235834	100	Yes	0,018415	0,028424
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	-5,031039552	-5,030309962	-5,041465129	-5,020326154	100	Yes	0,021139	0,033077
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	-5,036813252	-5,03668661	-5,048175832	-5,025756724	100	Yes	0,022419	0,032224
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	-4,286315059	-4,285975413	-4,296047686	-4,276149171	100	Yes	0,019899	0,025178
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	-4,739321146	-4,737703219	-4,749296643	-4,726504302	100	Yes	0,022792	0,02875
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	-4,582906084	-4,579428498	-4,588782251	-4,570510589	100	Yes	0,018272	0,026732
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	-5,055241121	-5,052498751	-5,063194062	-5,043700334	100	Yes	0,019494	0,031008
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	-4,880874475	-4,879381869	-4,890945905	-4,868821374	100	Yes	0,022125	0,032056
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	-4,883403223	-4,881964816	-4,89400089	-4,871389287	100	Yes	0,022612	0,03275

PG Velocity (Z) 30	[m/s]	-5,02127217	-5,019525512	-5,03271914	-5,008398974	100	Yes	0,02432	0,032786
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	-4,432321533	-4,430664637	-4,442027844	-4,421959803	100	Yes	0,020068	0,026836
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	-5,048741983	-5,046928115	-5,058814724	-5,037559888	100	Yes	0,021255	0,031812

-4,938998659

Iterations []: 187

Analysis interval: 48

assemb com canal.SLDASM

Vel inicial

10

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	-7,632600537	-7,623640817	-7,6452221493	-7,600818019	100	Yes	0,007535	0,038551
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	-10,56345878	-10,55464432	-10,57760801	-10,52962821	100	Yes	0,01622	0,053369
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	-10,28315513	-10,27555498	-10,29419738	-10,25496667	100	Yes	0,016563	0,053271
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	-10,64807217	-10,64079349	-10,65927861	-10,62036346	100	Yes	0,018688	0,053548
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	-10,60913591	-10,6004452	-10,62050669	-10,57984832	100	Yes	0,021366	0,053141
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	-10,26501462	-10,25899123	-10,27623906	-10,23911561	100	Yes	0,019085	0,053554
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	-10,50763345	-10,50062223	-10,52115735	-10,47830456	100	Yes	0,018831	0,054216
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	-10,86945224	-10,86284885	-10,88556553	-10,83670923	100	Yes	0,019011	0,053695
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	-9,024525731	-9,015297062	-9,040503131	-8,988360403	100	Yes	0,010854	0,050039
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	-5,865539418	-5,86031648	-5,875773273	-5,843704802	100	Yes	0,007908	0,034437
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	-6,023655575	-6,020453219	-6,034300559	-6,0048101	100	Yes	0,009232	0,037154
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	-10,46768112	-10,45575233	-10,48242637	-10,42593146	100	Yes	0,012113	0,054064
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	-9,523607695	-9,521427204	-9,541417985	-9,498881171	100	Yes	0,014368	0,057828
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	-8,686456902	-8,682304664	-8,701500812	-8,660734402	100	Yes	0,013888	0,053562
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	-9,801430926	-9,794712133	-9,817534677	-9,768381915	100	Yes	0,016169	0,062198
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	-9,801916912	-9,792940447	-9,817495832	-9,76494254	100	Yes	0,015217	0,060493
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	-8,342444271	-8,334121264	-8,355382455	-8,31042677	100	Yes	0,01105	0,046887
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	-9,287517792	-9,278358682	-9,297967284	-9,254097604	100	Yes	0,013911	0,053391
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	-8,958541089	-8,9522264065	-8,967729104	-8,931901696	100	Yes	0,014094	0,047199
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	-9,874601328	-9,86681156	-9,885736313	-9,842358784	100	Yes	0,017188	0,057869
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	-9,55263192	-9,543428517	-9,56457477	-9,517389267	100	Yes	0,016492	0,059854
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	-9,566701313	-9,557899734	-9,579734379	-9,531543069	100	Yes	0,017628	0,06132
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	-10,21318778	-10,20304182	-10,2239513	-10,17767659	100	Yes	0,012954	0,053722
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	-9,865012545	-9,857275462	-9,87976495	-9,831658495	100	Yes	0,017502	0,061451
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	-8,691758125	-8,683765915	-8,703515356	-8,661585018	100	Yes	0,015567	0,050261
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	-9,876729825	-9,867661257	-9,889061875	-9,841829818	100	Yes	0,017963	0,059484
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	-10,55471291	-10,54778391	-10,56581487	-10,52524469	100	Yes	0,01511	0,053994
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	-10,64802459	-10,64010994	-10,65930509	-10,61777668	100	Yes	0,016551	0,053992
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	-10,28762798	-10,27854113	-10,29870661	-10,25528103	100	Yes	0,014386	0,053092

PG Velocity (Z) 7	[m/s]	-10,56164632	-10,55109831	-10,57600337	-10,52326444	100	Yes	0,013896	0,053216
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	-10,88521887	-10,87316304	-10,90339507	-10,84083764	100	Yes	0,013507	0,054329
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	-10,88083406	-10,87164314	-10,897616	-10,84244164	100	Yes	0,016208	0,053883

-9,636491013

Iterations []: 282
Analysis interval: 48

assemb com canal.SLDASM

Vel inicial

15

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	-11,5567248	-11,55050312	-11,58895035	-11,4994692	100	Yes	0,055694	0,056691
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	-15,93128411	-15,92994927	-15,97721995	-15,86094896	100	Yes	0,069075	0,078687
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	-15,42021915	-15,42372623	-15,46836348	-15,35279379	100	Yes	0,068417	0,078349
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	-15,95882926	-15,96350296	-16,00606771	-15,89015126	100	Yes	0,070951	0,074294
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	-15,89238566	-15,89674264	-15,94053399	-15,82684909	100	Yes	0,07015	0,075424
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	-15,3991169	-15,40671798	-15,45173096	-15,3339002	100	Yes	0,068034	0,078867
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	-15,85985735	-15,86217178	-15,9080263	-15,79022076	100	Yes	0,064834	0,080157
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	-16,47789062	-16,47098122	-16,51898798	-16,40244904	100	Yes	0,064058	0,079445
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	-13,6891578	-13,68280382	-13,7232544	-13,62859184	100	Yes	0,06863	0,073832
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	-8,889168023	-8,885526261	-8,91075349	-8,849983674	100	Yes	0,045052	0,05086
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	-9,083168811	-9,077973072	-9,107764968	-9,040811458	100	Yes	0,042073	0,055148
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	-15,78650359	-15,78070239	-15,83266352	-15,71273328	100	Yes	0,07303	0,07948
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	-14,35198711	-14,34242566	-14,39439255	-14,2775159	100	Yes	0,058788	0,085959
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	-13,03381635	-13,02450216	-13,07198448	-12,96802683	100	Yes	0,054465	0,079518
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	-14,76893382	-14,76004792	-14,80684525	-14,70372659	100	Yes	0,071408	0,09209
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	-14,809707	-14,80200776	-14,84429495	-14,74811655	100	Yes	0,076227	0,0894
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	-12,60334904	-12,59709639	-12,63274961	-12,54720364	100	Yes	0,062234	0,069133
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	-13,93116601	-13,92464999	-13,96257634	-13,86987905	100	Yes	0,066801	0,078676
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	-13,44466382	-13,44207928	-13,47301867	-13,38990678	100	Yes	0,06388	0,06946
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	-14,83173192	-14,82477413	-14,85993003	-14,77475284	100	Yes	0,074105	0,085417
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	-14,34162819	-14,33228643	-14,37252782	-14,28264101	100	Yes	0,072848	0,088459
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	-14,31840518	-14,30728918	-14,35246542	-14,25632922	100	Yes	0,069063	0,090794
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	-15,30701698	-15,30240736	-15,34896403	-15,23529529	100	Yes	0,069216	0,078909
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	-14,67474818	-14,66183466	-14,71741762	-14,5998403	100	Yes	0,06005	0,09106
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	-12,94938875	-12,93665034	-12,9782961	-12,88533314	100	Yes	0,052881	0,074356
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	-14,78934134	-14,77763801	-14,81805825	-14,72730696	100	Yes	0,069604	0,087997
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	-15,81957199	-15,81877803	-15,8603293	-15,74759462	100	Yes	0,071131	0,074999
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	-15,95345165	-15,95451857	-15,99715886	-15,88204324	100	Yes	0,070878	0,073904
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	-15,41933897	-15,41842938	-15,46426804	-15,34905369	100	Yes	0,068429	0,077984

PG Velocity (Z) 7	[m/s]	-15,92365385	-15,9187246	-15,96849234	-15,84930677	100	Yes	0,06993	0,078342
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	-16,49805767	-16,48847255	-16,5428968	-16,41212252	100	Yes	0,072867	0,078101
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	-16,49341601	-16,48482712	-16,53354428	-16,41324175	100	Yes	0,067892	0,078796

-14,50158563

Iterations []: 248
Analysis interval: 48

assemb com canal.SLDASM

Vel inicial

20

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	-15,41320782	-15,54249354	-15,68418864	-15,38633339	100	Yes	0,092326	0,114677
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	-21,26192536	-21,42741408	-21,60955326	-21,20114913	100	Yes	0,120778	0,156415
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	-20,63453226	-20,78885742	-20,95966668	-20,56969449	100	Yes	0,116906	0,14895
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	-21,35218659	-21,50568283	-21,68740025	-21,28095072	100	Yes	0,122357	0,156386
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	-21,25007549	-21,40397387	-21,58898084	-21,17571494	100	Yes	0,11812	0,15566
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	-20,60384833	-20,75468579	-20,93219366	-20,52810275	100	Yes	0,116001	0,148848
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	-21,15593526	-21,31724065	-21,4933701	-21,08770534	100	Yes	0,119277	0,155697
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	-21,92579263	-22,09639146	-22,28865206	-21,85852178	100	Yes	0,122861	0,164168
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	-18,25053509	-18,41229224	-18,58066818	-18,22721546	100	Yes	0,117926	0,13829
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	-11,85633747	-11,96392482	-12,07199755	-11,84258325	100	Yes	0,079192	0,090525
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	-12,12718505	-12,23202275	-12,33988033	-12,10940851	100	Yes	0,072119	0,092427
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	-21,0767473	-21,25070322	-21,44063011	-21,0354321	100	Yes	0,124181	0,155184
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	-19,15299457	-19,31069914	-19,47814018	-19,11244209	100	Yes	0,102631	0,147336
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	-17,41430713	-17,5568168	-17,7103466	-17,37440483	100	Yes	0,090381	0,132186
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	-19,72520222	-19,89976517	-20,08016833	-19,70095064	100	Yes	0,12345	0,149547
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	-19,77147063	-19,95125358	-20,13519796	-19,75211638	100	Yes	0,133159	0,14941
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	-16,82314631	-16,97014346	-17,12373159	-16,79882576	100	Yes	0,107274	0,125897
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	-18,63768495	-18,79420067	-18,96152126	-18,60387175	100	Yes	0,115002	0,13592
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	-17,98232765	-18,12874181	-18,28908312	-17,94690682	100	Yes	0,111531	0,133669
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	-19,82681184	-20,00040051	-20,18298139	-19,80096631	100	Yes	0,12753	0,149037
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	-19,18106051	-19,35154473	-19,53007812	-19,15746224	100	Yes	0,125422	0,141674
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	-19,15333328	-19,32100114	-19,49829004	-19,12599211	100	Yes	0,114091	0,14226
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	-20,4854539	-20,64709894	-20,82459416	-20,43602018	100	Yes	0,119104	0,147778
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	-19,64623858	-19,80134239	-19,97562346	-19,58935663	100	Yes	0,089869	0,145894
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	-17,3169954	-17,45909404	-17,61300429	-17,27909066	100	Yes	0,081759	0,130645
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	-19,76854616	-19,94217885	-20,12360438	-19,7406502	100	Yes	0,114931	0,149176
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	-21,17131428	-21,33044775	-21,51330036	-21,11325994	100	Yes	0,125426	0,155467
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	-21,34901111	-21,50511191	-21,68584726	-21,28837663	100	Yes	0,12344	0,156178
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	-20,63625438	-20,79389698	-20,9675786	-20,58247793	100	Yes	0,117383	0,14867

PG Velocity (Z) 7	[m/s]	-21,25508858	-21,42437686	-21,61205888	-21,20376041	100	Yes	0,121509	0,156047
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	-21,97075386	-22,15189788	-22,35454174	-21,92220175	100	Yes	0,126139	0,16484
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	-21,95383916	-22,12952864	-22,32666917	-21,89478331	100	Yes	0,124421	0,164511

-19,53641347

Iterations []: 201
Analysis interval: 48

assemb com canal.SLDASM

Vel inicial

30

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	-23,77860833	-23,77925503	-23,830021	-23,71900194	100	Yes	0,111019	0,178574
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	-32,78534902	-32,80199262	-32,87020521	-32,73262009	100	Yes	0,137585	0,248317
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	-31,86811459	-31,89544713	-31,9698721	-31,83092767	100	Yes	0,138944	0,239028
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	-32,95329985	-32,96434726	-33,03124161	-32,89608296	100	Yes	0,135159	0,248969
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	-32,80425454	-32,81270948	-32,88115334	-32,74424846	100	Yes	0,136905	0,249623
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	-31,80824345	-31,83207567	-31,89628824	-31,76615105	100	Yes	0,130137	0,240127
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	-32,59724181	-32,61758872	-32,68021771	-32,55169045	100	Yes	0,128527	0,248227
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	-33,74627365	-33,75283624	-33,8161533	-33,67487037	100	Yes	0,141283	0,259197
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	-28,16680596	-28,16762897	-28,22595091	-28,09058266	100	Yes	0,135368	0,213422
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	-18,31327746	-18,31541962	-18,35384838	-18,26158352	100	Yes	0,092265	0,139408
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	-18,71307167	-18,712351	-18,74857094	-18,66354414	100	Yes	0,085027	0,142723
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	-32,53044537	-32,55040518	-32,634618	-32,46439815	100	Yes	0,17022	0,24421
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	-29,46451866	-29,46875272	-29,52949696	-29,39432999	100	Yes	0,135167	0,227137
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	-26,85920276	-26,85456004	-26,90151402	-26,79347969	100	Yes	0,108034	0,205748
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	-30,51019008	-30,50757011	-30,56837278	-30,42250685	100	Yes	0,145866	0,23157
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	-30,61155777	-30,61131061	-30,67618278	-30,52054816	100	Yes	0,155635	0,231377
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	-26,00304568	-26,00809054	-26,06645887	-25,93550866	100	Yes	0,131372	0,195975
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	-28,87898812	-28,89426838	-28,97062826	-28,810553	100	Yes	0,160075	0,214968
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	-27,84104027	-27,84262836	-27,90591389	-27,76481011	100	Yes	0,141104	0,20898
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	-30,77454116	-30,76642735	-30,8290369	-30,67792811	100	Yes	0,151109	0,231708
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	-29,78597851	-29,78665443	-29,85351822	-29,69814735	100	Yes	0,155371	0,22241
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	-29,72964616	-29,72174755	-29,77638741	-29,64576966	100	Yes	0,130618	0,223435
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	-31,67519826	-31,70592985	-31,80135701	-31,61534711	100	Yes	0,18601	0,235114
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	-30,40816734	-30,39086949	-30,4521175	-30,32062784	100	Yes	0,13149	0,230748
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	-26,79324044	-26,78131226	-26,83285719	-26,71972936	100	Yes	0,113128	0,204684
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	-30,6696119	-30,65895823	-30,7144917	-30,5819204	100	Yes	0,132571	0,232429
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	-32,70959086	-32,72398558	-32,80941805	-32,62664677	100	Yes	0,182771	0,244973
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	-32,95852807	-32,97356146	-33,05391279	-32,88701464	100	Yes	0,166898	0,247598
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	-31,88165915	-31,91340987	-32,00239596	-31,83479845	100	Yes	0,167598	0,237575

PG Velocity (Z) 7	[m/s]	-32,78566188	-32,80616198	-32,88717914	-32,72818546	100	Yes	0,158994	0,246865
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	-33,84453826	-33,8489708	-33,91731282	-33,77073514	100	Yes	0,146578	0,25749
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	-33,80388266	-33,81012975	-33,877795	-33,73080389	100	Yes	0,146991	0,258365

-29,94616738

Iterations []: 177
Analysis interval: 48

Assem1.SLDASM

sem canal

Vel inicial

5

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	-2,930620686	-2,929608828	-2,938625615	-2,919951095	100	Yes	0,01867	0,04331
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	-1,89295918	-1,891135368	-1,89749099	-1,886236563	100	Yes	0,01125	0,02988
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	-2,182345444	-2,177662304	-2,185525264	-2,171885845	100	Yes	0,01364	0,03571
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	-2,921522192	-2,917664037	-2,928597355	-2,909808909	100	Yes	0,01879	0,04489
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	-2,744262043	-2,740017915	-2,750459114	-2,731583149	100	Yes	0,01888	0,04426
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	-2,012128038	-2,010696726	-2,017392032	-2,004697543	100	Yes	0,01269	0,03159
PG Velocity (Z) 7	[m/s]	-3,024498634	-3,017990585	-3,028703063	-3,009455855	100	Yes	0,01925	0,05138
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	-2,986260053	-2,977527183	-2,988628328	-2,968570422	100	Yes	0,02006	0,0519
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	-2,916975238	-2,908080668	-2,919431168	-2,898195449	100	Yes	0,02124	0,05277
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	-2,951440274	-2,944227313	-2,954773087	-2,934944222	100	Yes	0,01983	0,05236
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	-2,455580875	-2,453853447	-2,461800495	-2,445197763	100	Yes	0,0166	0,04086
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	-3,125123155	-3,123851842	-3,132796085	-3,112806247	100	Yes	0,01999	0,04801
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	-3,062297034	-3,057690929	-3,069331461	-3,048102834	100	Yes	0,02123	0,05096
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	-3,025780458	-3,020781141	-3,033567482	-3,01081262	100	Yes	0,02275	0,0514
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	-3,155273695	-3,15364735	-3,166495757	-3,143856046	100	Yes	0,02264	0,04964
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	-3,032647159	-3,02756556	-3,039656365	-3,016815601	100	Yes	0,02284	0,05121
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	-3,15038605	-3,149034116	-3,161694856	-3,136910301	100	Yes	0,02478	0,04965
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	-3,2758613	-3,277045204	-3,289539645	-3,265589904	100	Yes	0,02395	0,04784
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	-3,219833738	-3,218610355	-3,231645474	-3,207641482	100	Yes	0,024	0,04867
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	-1,488323184	-1,487298675	-1,493100542	-1,483095962	100	Yes	0,01	0,02163
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	-2,791385878	-2,789885889	-2,800293576	-2,782673644	100	Yes	0,01762	0,03836
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	-3,290398528	-3,288013298	-3,300015957	-3,279333702	100	Yes	0,02068	0,04502
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	-2,64324979	-2,639834988	-2,649078147	-2,632645446	100	Yes	0,01643	0,03814
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	-3,239724382	-3,237619406	-3,248385501	-3,22777675	100	Yes	0,02061	0,04875
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	-3,162690695	-3,162333006	-3,173464093	-3,152046008	100	Yes	0,02142	0,04987
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	-3,299725808	-3,299442944	-3,311710407	-3,291081839	100	Yes	0,02063	0,04779
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	-3,305701487	-3,306373788	-3,318633349	-3,29681882	100	Yes	0,02181	0,04758
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	-3,306793201	-3,307907477	-3,320292757	-3,297157673	100	Yes	0,02314	0,04755
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	-3,173152136	-3,172383537	-3,184828873	-3,160626875	100	Yes	0,0242	0,0495

PG Velocity (Z) 30	[m/s]	-3,251955713	-3,250403596	-3,263036167	-3,239583798	100	Yes	0,02345	0,04838
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	-3,247039467	-3,246051309	-3,257545249	-3,235944567	100	Yes	0,0216	0,04848
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	-3,168202164	-3,168022241	-3,179300022	-3,156978691	100	Yes	0,02232	0,04959

-2,917258157

Iterations []: 142

Analysis interval: 48

Assem1.SLDASM

sem canal

vel inicial

10

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	-6,055643042	-6,051610555	-6,064503036	-6,032923366	100	Yes	0,03158	0,08149
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	-6,115330205	-6,107249761	-6,120890726	-6,093715795	100	Yes	0,02717	0,09884
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	-5,087646114	-5,086035544	-5,098314129	-5,072898057	100	Yes	0,02542	0,0768
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	-6,459735738	-6,458316855	-6,474089354	-6,443705804	100	Yes	0,03038	0,09017
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	-6,338718557	-6,329846483	-6,345093458	-6,316292237	100	Yes	0,0288	0,09609
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	-6,274218158	-6,260329429	-6,275000021	-6,24484903	100	Yes	0,03015	0,09693
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	-6,551425297	-6,538476065	-6,557103653	-6,518804347	100	Yes	0,0383	0,09278
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	-6,310170076	-6,297462743	-6,314664606	-6,280727349	100	Yes	0,03394	0,09576
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	-6,569189716	-6,557014894	-6,577732821	-6,536396318	100	Yes	0,04134	0,09192
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	-6,806726227	-6,794880688	-6,817487894	-6,77016289	100	Yes	0,04733	0,08864
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	-6,704580345	-6,690607546	-6,707484215	-6,67462119	100	Yes	0,03286	0,09007
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	-3,917618279	-3,914107295	-3,922217239	-3,904208797	100	Yes	0,01801	0,05617
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	-3,091872319	-3,084582131	-3,091872319	-3,077860429	100	Yes	0,01401	0,04017
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	-5,801050067	-5,790031711	-5,80465461	-5,779124525	100	Yes	0,02553	0,07054
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	-6,835633531	-6,827476782	-6,850524143	-6,812494086	100	Yes	0,03803	0,08236
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	-5,50210311	-5,497961007	-5,522123586	-5,486179211	100	Yes	0,03594	0,06946
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	-6,758883923	-6,756159391	-6,783007352	-6,739799982	100	Yes	0,04321	0,08888
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	-6,622725332	-6,618856299	-6,641152785	-6,602267057	100	Yes	0,03889	0,0909
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	-6,869500524	-6,865122311	-6,886637894	-6,847939816	100	Yes	0,0387	0,08756
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	-6,878138732	-6,872134226	-6,892170046	-6,851495551	100	Yes	0,04067	0,08738
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	-6,875684603	-6,866211154	-6,886414106	-6,842957168	100	Yes	0,04346	0,08769
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	-6,627124066	-6,617242171	-6,635735766	-6,597128323	100	Yes	0,03861	0,09108
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	-4,529271048	-4,519268922	-4,52971088	-4,508847137	100	Yes	0,02086	0,0669
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	-6,775430016	-6,76459846	-6,780939547	-6,747568235	100	Yes	0,03337	0,089
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	-6,774392527	-6,767641353	-6,787784344	-6,752001296	100	Yes	0,03578	0,08869
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	-6,625920163	-6,620170255	-6,640119387	-6,601449304	100	Yes	0,03867	0,09075
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	-6,065384891	-6,051476607	-6,065384891	-6,038295453	100	Yes	0,02709	0,08377
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	-5,707604947	-5,694647038	-5,708435907	-5,681556389	100	Yes	0,02688	0,0826
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	-4,163247454	-4,160454092	-4,169081614	-4,149953929	100	Yes	0,01913	0,05938

PG Velocity (Z) 7	[m/s]	-6,261026689	-6,252831739	-6,265711543	-6,238012783	100	Yes	0,0277	0,09693
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	-6,191636799	-6,178646261	-6,191933895	-6,165186497	100	Yes	0,02675	0,09775
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	-6,053601199	-6,040581174	-6,054363303	-6,025968064	100	Yes	0,0284	0,09958

-6,060375967

Iterations []: 146
Analysis interval: 48

Assem1.SLDASM

sem canal

Vel inicial

20

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	-9,170459758	-9,180170881	-9,201416201	-9,143027167	100	Yes	0,058389	0,120037
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	-9,276899004	-9,281566281	-9,301221207	-9,253708811	100	Yes	0,047512	0,145495
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	-7,710934718	-7,72740438	-7,742354054	-7,70362044	100	Yes	0,038734	0,11315
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	-9,779951888	-9,801874624	-9,82016828	-9,7725028	100	Yes	0,047665	0,132681
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	-9,604624764	-9,615199445	-9,641463934	-9,587111515	100	Yes	0,054352	0,141253
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	-9,512566263	-9,513339419	-9,544006009	-9,485735495	100	Yes	0,058271	0,142414
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	-9,934085909	-9,929665708	-9,962242708	-9,901954871	100	Yes	0,060288	0,136767
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	-9,579669166	-9,567016325	-9,600918223	-9,53818462	100	Yes	0,062734	0,140885
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	-9,973141393	-9,956120542	-9,996460116	-9,920582907	100	Yes	0,075877	0,135575
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	-10,32302111	-10,31378843	-10,35038864	-10,28467415	100	Yes	0,065714	0,130923
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	-10,16282408	-10,15189669	-10,18925035	-10,11984836	100	Yes	0,069402	0,132912
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	-5,934743812	-5,940479245	-5,952340361	-5,922038765	100	Yes	0,030302	0,082788
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	-4,680034179	-4,677013662	-4,691394633	-4,66465163	100	Yes	0,026743	0,059276
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	-8,780098026	-8,7733360841	-8,80134227	-8,749351157	100	Yes	0,051991	0,104004
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	-10,3571419	-10,34501839	-10,38378815	-10,31502389	100	Yes	0,068764	0,121536
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	-8,341989627	-8,333140788	-8,365044299	-8,310191292	100	Yes	0,054853	0,102216
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	-10,25960008	-10,249666833	-10,28834487	-10,21945714	100	Yes	0,068888	0,131221
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	-10,06458008	-10,05363085	-10,09236408	-10,0211754	100	Yes	0,071189	0,134078
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	-10,41931801	-10,41872693	-10,45881502	-10,38836793	100	Yes	0,070447	0,129236
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	-10,4328674	-10,42871378	-10,46440888	-10,3991765	100	Yes	0,065232	0,129056
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	-10,4277242	-10,41984333	-10,45547621	-10,38931106	100	Yes	0,066165	0,129514
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	-10,06342564	-10,04767709	-10,08738892	-10,01156426	100	Yes	0,075825	0,134362
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	-6,862797252	-6,859421107	-6,877715015	-6,840665911	100	Yes	0,037049	0,098546
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	-10,27487826	-10,26162891	-10,30136075	-10,2279343	100	Yes	0,073426	0,131369
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	-10,27854458	-10,26768638	-10,30497857	-10,23599385	100	Yes	0,068985	0,130972
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	-10,06688784	-10,05353377	-10,09083226	-10,0194461	100	Yes	0,071386	0,133947
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	-9,183658582	-9,179616388	-9,205534727	-9,156229822	100	Yes	0,049305	0,12342
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	-8,653916031	-8,644768637	-8,671976987	-8,621533708	100	Yes	0,050443	0,121584
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	-6,306764437	-6,31455417	-6,327175454	-6,293962397	100	Yes	0,033213	0,087538

PG Velocity (Z) 7	[m/s]	-9,493180521	-9,495912275	-9,511976581	-9,468173174	100	Yes	0,043803	0,142795
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	-9,389611652	-9,383588838	-9,409376473	-9,355592994	100	Yes	0,053783	0,143911
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	-9,190299491	-9,181634333	-9,208506637	-9,154827275	100	Yes	0,053679	0,146479

-9,198989399

Iterations []: 145

Analysis interval: 48

Assem1.SLDASM

sem canal

Vel inicial

20

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	-12,26874066	-12,28670305	-12,30654677	-12,23981867	100	Yes	0,066728	0,158294
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	-12,45104267	-12,44922176	-12,46565061	-12,41503513	100	Yes	0,050615	0,191529
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	-10,34653619	-10,3568452	-10,37141596	-10,31816996	100	Yes	0,053246	0,148967
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	-13,11036271	-13,12840217	-13,14565277	-13,07545103	100	Yes	0,070202	0,175156
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	-12,88275482	-12,8876549	-12,91233217	-12,85137274	100	Yes	0,060959	0,186269
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	-12,7597913	-12,75513505	-12,79103236	-12,73201993	100	Yes	0,059012	0,187716
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	-13,31147745	-13,30751552	-13,34962568	-13,28111343	100	Yes	0,068512	0,180361
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	-12,84338557	-12,83595829	-12,87055904	-12,80745391	100	Yes	0,063105	0,185512
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	-13,35869114	-13,35429184	-13,39548427	-13,31955559	100	Yes	0,075929	0,178539
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	-13,82191087	-13,8156524	-13,86331846	-13,78075457	100	Yes	0,082564	0,172843
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	-13,60942966	-13,61106427	-13,64814491	-13,58341245	100	Yes	0,064732	0,175142
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	-7,950002933	-7,9567735	-7,96568378	-7,931976635	100	Yes	0,033707	0,109078
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	-6,266116179	-6,268314247	-6,282495607	-6,25778778	100	Yes	0,024708	0,078072
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	-11,75013387	-11,76079086	-11,79354383	-11,7392728	100	Yes	0,054271	0,13683
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	-13,85302021	-13,86907661	-13,9178686	-13,83609891	100	Yes	0,08177	0,15956
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	-11,16806351	-11,18456526	-11,23099225	-11,15847162	100	Yes	0,072521	0,133732
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	-13,75030019	-13,7579791	-13,81458082	-13,73161487	100	Yes	0,082966	0,17182
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	-13,50484415	-13,50057318	-13,55662644	-13,46569239	100	Yes	0,090934	0,175548
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	-13,96835529	-13,96259181	-14,02105349	-13,92251169	100	Yes	0,098542	0,169927
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	-13,98077787	-13,97430456	-14,03089388	-13,93468681	100	Yes	0,096207	0,169883
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	-13,96449949	-13,95838981	-14,01054872	-13,92018449	100	Yes	0,090364	0,170808
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	-13,48434425	-13,48063358	-13,52740902	-13,44561361	100	Yes	0,081795	0,176662
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	-9,200332741	-9,198024133	-9,217078264	-9,181052397	100	Yes	0,036026	0,129672
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	-13,75728065	-13,76282818	-13,80724599	-13,73571436	100	Yes	0,071532	0,172766
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	-13,77281345	-13,77747682	-13,82767394	-13,75269169	100	Yes	0,074982	0,171825
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	-13,49963618	-13,49500178	-13,54755035	-13,45961723	100	Yes	0,087933	0,175696
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	-12,30462675	-12,30552001	-12,33213442	-12,28354316	100	Yes	0,048591	0,162491
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	-11,59930631	-11,5966199	-11,62419655	-11,57753736	100	Yes	0,046659	0,159939
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	-8,448026123	-8,456760505	-8,467567629	-8,427883991	100	Yes	0,039684	0,115337

PG Velocity (Z) 7	[m/s]	-12,72781066	-12,72842134	-12,74203915	-12,69329686	100	Yes	0,048742	0,188055
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	-12,59507756	-12,58648998	-12,61156116	-12,56435624	100	Yes	0,047205	0,189381
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	-12,3334619	-12,32204689	-12,34996621	-12,30078454	100	Yes	0,049182	0,192619

-12,33411333

Iterations []: 141
Analysis interval: 48

Assem1.SLDASM

sem canal

Vel inicial

30

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
PG Velocity (Z) 1	[m/s]	-18,65897261	-18,61317208	-18,66818077	-18,51898968	100	Yes	0,149191	0,233019
PG Velocity (Z) 10	[m/s]	-18,95387671	-18,89899831	-18,95387671	-18,80030795	100	Yes	0,153569	0,281603
PG Velocity (Z) 11	[m/s]	-15,75634488	-15,72109672	-15,75634488	-15,65465622	100	Yes	0,101689	0,219232
PG Velocity (Z) 12	[m/s]	-19,92562374	-19,90141966	-19,9408343	-19,82542092	100	Yes	0,115413	0,258244
PG Velocity (Z) 13	[m/s]	-19,58171057	-19,5433268	-19,58290442	-19,46581245	100	Yes	0,117092	0,274017
PG Velocity (Z) 14	[m/s]	-19,39258753	-19,34295797	-19,39258753	-19,2555385	100	Yes	0,137049	0,27544
PG Velocity (Z) 15	[m/s]	-20,23175304	-20,17716202	-20,23175304	-20,07376286	100	Yes	0,15799	0,263816
PG Velocity (Z) 16	[m/s]	-19,55481324	-19,48266531	-19,55481324	-19,3497748	100	Yes	0,205038	0,271655
PG Velocity (Z) 17	[m/s]	-20,34455024	-20,26513497	-20,35167501	-20,11443433	100	Yes	0,237241	0,260679
PG Velocity (Z) 18	[m/s]	-21,00458481	-20,94382912	-21,00662464	-20,82328876	100	Yes	0,183336	0,25229
PG Velocity (Z) 19	[m/s]	-20,70564926	-20,63224687	-20,71804557	-20,48038382	100	Yes	0,237662	0,256143
PG Velocity (Z) 2	[m/s]	-12,08868184	-12,05710049	-12,09253748	-11,99810311	100	Yes	0,094434	0,160483
PG Velocity (Z) 20	[m/s]	-9,522199639	-9,493390813	-9,527861711	-9,42641008	100	Yes	0,101452	0,114346
PG Velocity (Z) 21	[m/s]	-17,84166063	-17,79354165	-17,85068334	-17,67484852	100	Yes	0,175835	0,200675
PG Velocity (Z) 22	[m/s]	-21,01713009	-20,96318873	-21,02108695	-20,83540015	100	Yes	0,185687	0,234227
PG Velocity (Z) 23	[m/s]	-16,95316742	-16,9089202	-16,95771816	-16,80200371	100	Yes	0,155714	0,196747
PG Velocity (Z) 24	[m/s]	-20,88629931	-20,8195754	-20,89869444	-20,69079686	100	Yes	0,207898	0,252535
PG Velocity (Z) 25	[m/s]	-20,53667895	-20,45920066	-20,55144519	-20,32725063	100	Yes	0,224195	0,257907
PG Velocity (Z) 26	[m/s]	-21,21723169	-21,15114011	-21,22689029	-21,04208731	100	Yes	0,184803	0,249132
PG Velocity (Z) 27	[m/s]	-21,2368373	-21,17260845	-21,24288239	-21,06291693	100	Yes	0,179965	0,24852
PG Velocity (Z) 28	[m/s]	-21,22022643	-21,15589371	-21,22295623	-21,0373394	100	Yes	0,185617	0,249567
PG Velocity (Z) 29	[m/s]	-20,52929446	-20,44790061	-20,53524162	-20,30034902	100	Yes	0,234893	0,258258
PG Velocity (Z) 3	[m/s]	-13,9754669	-13,93225216	-13,97842885	-13,83792773	100	Yes	0,140501	0,190313
PG Velocity (Z) 30	[m/s]	-20,92201875	-20,84995161	-20,93033744	-20,70255847	100	Yes	0,227779	0,252932
PG Velocity (Z) 31	[m/s]	-20,93010558	-20,86074471	-20,93944308	-20,72274429	100	Yes	0,216699	0,252114
PG Velocity (Z) 32	[m/s]	-20,53687574	-20,45828074	-20,54706004	-20,32022237	100	Yes	0,226838	0,257389
PG Velocity (Z) 4	[m/s]	-18,6905349	-18,63430793	-18,69692434	-18,50599265	100	Yes	0,190932	0,238296
PG Velocity (Z) 5	[m/s]	-17,64174422	-17,58298436	-17,64354275	-17,46345644	100	Yes	0,180086	0,234182
PG Velocity (Z) 6	[m/s]	-12,85017107	-12,81747863	-12,85414219	-12,75744302	100	Yes	0,096699	0,169752

PG Velocity (Z) 7	[m/s]	-19,36228307	-19,30298027	-19,36228307	-19,20093087	100	Yes	0,161352	0,27663
PG Velocity (Z) 8	[m/s]	-19,15023002	-19,08444322	-19,15023002	-18,96197001	100	Yes	0,18826	0,278335
PG Velocity (Z) 9	[m/s]	-18,77166252	-18,70713923	-18,77166252	-18,59007838	100	Yes	0,181584	0,282694

-18,6929698

Iterations []: 147
Analysis interval: 48

Anexo III – Resultados dos ensaios dinâmicos (RPM, TPS, T₁ e T₂)

Time	2xRPM	APPS	V_T1	V_T2	Tempo	T1	T2	RPMx1000	APPS [%]	TPS	Agua kg/s	Q
210241	3642	312	1,49	1,8	0	73,1	64,3	1,821	5	4,267	0,09628	3548,4
210242	8167	310	1,48	1,79	1	73,4	64,6	4,0835	6,25	4,452	0,1585	5859,9
210243	5212	308	1,48	1,78	2	73,4	64,8	2,606	7,5	4,646	0,11787	4223,2
210244	6307	308	1,48	1,78	3	73,4	64,8	3,1535	7,5	4,646	0,13292	4762,7
210245	9045	315	1,49	1,77	4	73,1	65,1	4,5225	3,125	4,004	0,17057	5702,7
210246	8834	312	1,49	1,76	5	73,1	65,4	4,417	5	4,267	0,16767	5413,4
210247	7701	310	1,49	1,75	6	73,1	65,6	3,8505	6,25	4,452	0,15209	4735,6
210248	8576	309	1,5	1,75	7	72,8	65,6	4,288	6,875	4,548	0,16412	4905,2
210249	8767	311	1,5	1,75	8	72,8	65,6	4,3835	5,625	4,359	0,16675	4983,6
210250	8707	317	1,5	1,75	9	72,8	65,6	4,3535	1,875	3,837	0,16592	4959
210251	8848	310	1,5	1,74	10	72,8	65,9	4,424	6,25	4,452	0,16786	4823,5
210252	6854	314	1,5	1,74	11	72,8	65,9	3,427	3,75	4,09	0,14044	4035,6
210253	7394	310	1,49	1,73	12	73,1	66,2	3,697	6,25	4,452	0,14787	4262,8
210254	2894	305	1,49	1,73	13	73,1	66,2	1,447	9,375	4,951	0,08599	2479,1
210255	8583	317	1,49	1,73	14	73,1	66,2	4,2915	1,875	3,837	0,16422	4734,1
210256	8957	309	1,48	1,73	15	73,4	66,2	4,4785	6,875	4,548	0,16936	5094,8
210257	8410	309	1,47	1,73	16	73,7	66,2	4,205	6,875	4,548	0,16184	5072,3
210258	7789	309	1,46	1,73	17	74	66,2	3,8945	6,875	4,548	0,1533	4998,5
210259	7796	311	1,46	1,72	18	74	66,5	3,898	5,625	4,359	0,1534	4823,9
210300	6610	313	1,46	1,73	19	74	66,2	3,305	4,375	4,177	0,13709	4469,9
210301	8650	306	1,46	1,72	20	74	66,5	4,325	8,75	4,847	0,16514	5193,1
210302	7824	310	1,46	1,72	21	74	66,5	3,912	6,25	4,452	0,15378	4836
210303	8167	308	1,46	1,71	22	74	66,7	4,0835	7,5	4,646	0,1585	4800,1
210304	7930	308	1,46	1,71	23	74	66,7	3,965	7,5	4,646	0,15524	4701,4
210305	3035	316	1,46	1,71	24	74	66,7	1,5175	2,5	3,919	0,08793	2663
210306	3321	312	1,45	1,71	25	74,3	66,7	1,6605	5	4,267	0,09186	2898,7
210313	5675	312	1,42	1,69	26	75,2	67,3	2,8375	5	4,267	0,12423	4107,1
210314	6247	309	1,42	1,69	27	75,2	67,3	3,1235	6,875	4,548	0,1321	4367,1
210315	4500	313	1,43	1,68	28	74,9	67,6	2,25	4,375	4,177	0,10808	3307,4
210322	3892	310	1,44	1,67	29	74,6	67,9	1,946	6,25	4,452	0,09972	2806,7
210323	6921	314	1,44	1,66	30	74,6	68,1	3,4605	3,75	4,09	0,14136	3812,4
210324	6970	306	1,42	1,66	31	75,2	68,1	3,485	8,75	4,847	0,14204	4194,8
210325	2523	313	1,41	1,66	32	75,5	68,1	1,2615	4,375	4,177	0,08089	2493,4
210326	7404	312	1,42	1,66	33	75,2	68,1	3,702	5	4,267	0,14801	4371,1
210327	5484	306	1,41	1,66	34	75,5	68,1	2,742	8,75	4,847	0,12161	3748,3
210328	2396	311	1,41	1,66	35	75,5	68,1	1,198	5,625	4,359	0,07915	2439,6
210329	4425	311	1,41	1,66	36	75,5	68,1	2,2125	5,625	4,359	0,10704	3299,5
210330	1944	313	1,41	1,66	37	75,5	68,1	0,972	4,375	4,177	0,07293	2248
210331	3952	310	1,41	1,66	38	75,5	68,1	1,976	6,25	4,452	0,10054	3099
210332	2442	312	1,41	1,65	39	75,5	68,4	1,221	5	4,267	0,07978	2364,7
210333	2191	311	1,41	1,65	40	75,5	68,4	1,0955	5,625	4,359	0,07633	2262,4
210334	5572	310	1,41	1,65	41	75,5	68,4	2,786	6,25	4,452	0,12282	3640,4
210335	5869	310	1,41	1,65	42	75,5	68,4	2,9345	6,25	4,452	0,1269	3761,4
210336	6127	312	1,4	1,65	43	75,8	68,4	3,0635	5	4,267	0,13045	4035,7
210337	6074	308	1,4	1,64	44	75,8	68,7	3,037	7,5	4,646	0,12972	3859,3
210338	4934	309	1,4	1,64	45	75,8	68,7	2,467	6,875	4,548	0,11404	3392,9
210339	1930	310	1,4	1,64	46	75,8	68,7	0,965	6,25	4,452	0,07274	2164
210340	780	314	1,41	1,64	47	75,5	68,7	0,39	3,75	4,09	0,05693	1619,8
210341	7051	308	1,4	1,64	48	75,8	68,7	3,5255	7,5	4,646	0,14315	4258,9

210342	5343	309	1,4	1,63	49	75,8	69	2,6715	6,875	4,548	0,11967	3417,8
210343	3324	309	1,4	1,63	50	75,8	69	1,662	6,875	4,548	0,09191	2624,9
210344	1235	309	1,39	1,63	51	76,1	69	0,6175	6,875	4,548	0,06318	1886,8
210345	4288	313	1,4	1,63	52	75,8	69	2,144	4,375	4,177	0,10516	3003,5
210346	2915	308	1,4	1,63	53	75,8	69	1,4575	7,5	4,646	0,08628	2464,3
210347	5908	307	1,39	1,63	54	76,1	69	2,954	8,125	4,745	0,12744	3805,6
210348	5491	310	1,39	1,63	55	76,1	69	2,7455	6,25	4,452	0,1217	3634,4
210349	6525	306	1,39	1,63	56	76,1	69	3,2625	8,75	4,847	0,13592	4059
210350	7267	318	1,4	1,62	57	75,8	69,3	3,6335	1,25	3,756	0,14612	3999
210351	7108	304	1,4	1,62	58	75,8	69,3	3,554	10	5,058	0,14394	3939,1
210352	9190	303	1,39	1,62	59	76,1	69,3	4,595	10,625	5,166	0,17256	4947,3
210353	9352	302	1,38	1,62	60	76,4	69,3	4,676	11,25	5,277	0,17479	5239,7
210354	9063	307	1,39	1,62	61	76,1	69,3	4,5315	8,125	4,745	0,17082	4897,2
210355	8971	312	1,38	1,62	62	76,4	69,3	4,4855	5	4,267	0,16955	5082,6
210356	9042	309	1,38	1,62	63	76,4	69,3	4,521	6,875	4,548	0,17053	5111,9
210357	9176	306	1,38	1,62	64	76,4	69,3	4,588	8,75	4,847	0,17237	5167,1
210358	9084	306	1,37	1,62	65	76,8	69,3	4,542	8,75	4,847	0,17111	5354
210359	9000	302	1,37	1,61	66	76,8	69,6	4,5	11,25	5,277	0,16995	5114,3
210400	8809	309	1,37	1,62	67	76,8	69,3	4,4045	6,875	4,548	0,16732	5235,6
210401	9088	304	1,37	1,62	68	76,8	69,3	4,544	10	5,058	0,17116	5355,7
210402	8696	306	1,37	1,62	69	76,8	69,3	4,348	8,75	4,847	0,16577	5187
210403	9049	301	1,36	1,61	70	77,1	69,6	4,5245	11,875	5,391	0,17062	5359,7
210404	9070	302	1,36	1,61	71	77,1	69,6	4,535	11,25	5,277	0,17091	5368,8
210405	9000	302	1,36	1,61	72	77,1	69,6	4,5	11,25	5,277	0,16995	5338,5
210406	11424	309	1,36	1,61	73	77,1	69,6	5,712	6,875	4,548	0,20328	6385,5
210407	19030	310	1,36	1,61	74	77,1	69,6	9,515	6,25	4,452	0,30786	9670,7
210408	17777	306	1,35	1,6	75	77,4	69,9	8,8885	8,75	4,847	0,29063	9165,5
210409	13736	305	1,35	1,6	76	77,4	69,9	6,868	9,375	4,951	0,23507	7413,3
210410	9045	307	1,34	1,6	77	77,7	69,9	4,5225	8,125	4,745	0,17057	5606,3
210411	9038	301	1,34	1,6	78	77,7	69,9	4,519	11,875	5,391	0,17047	5603,1
210412	9758	300	1,33	1,59	79	78	70,1	4,879	12,5	5,507	0,18037	5952,4
210413	11047	300	1,32	1,59	80	78,3	70,1	5,5235	12,5	5,507	0,1981	6803,7
210414	12751	302	1,31	1,59	81	78,7	70,1	6,3755	11,25	5,277	0,22153	7907,7
210415	13087	305	1,31	1,6	82	78,7	69,9	6,5435	9,375	4,951	0,22615	8345,2
210416	12850	297	1,3	1,59	83	79	70,1	6,425	14,375	5,869	0,22289	8258,9
210417	12712	301	1,31	1,59	84	78,7	70,1	6,356	11,875	5,391	0,22099	7888,5
210418	12596	302	1,32	1,58	85	78,3	70,4	6,298	11,25	5,277	0,2194	7269,8
210419	12127	303	1,32	1,57	86	78,3	70,7	6,0635	10,625	5,166	0,21295	6797,7
210420	12067	308	1,31	1,57	87	78,7	70,7	6,0335	7,5	4,646	0,21212	7057,9
210421	11114	302	1,3	1,57	88	79	70,7	5,557	11,25	5,277	0,19902	6892,1
210422	10369	299	1,29	1,56	89	79,3	71	5,1845	13,125	5,625	0,18877	6565,1
210423	10849	298	1,28	1,56	90	79,6	71	5,4245	13,75	5,746	0,19537	7062,6
210424	11880	302	1,28	1,56	91	79,6	71	5,94	11,25	5,277	0,20955	7575
210425	12720	305	1,27	1,55	92	80	71,3	6,36	9,375	4,951	0,2211	8027,1
210426	13274	296	1,27	1,55	93	80	71,3	6,637	15	5,995	0,22872	8303,7
210427	13023	298	1,28	1,55	94	79,6	71,3	6,5115	13,75	5,746	0,22527	7867,8
210428	13072	299	1,28	1,54	95	79,6	71,6	6,536	13,125	5,625	0,22594	7614,3
210429	12956	299	1,28	1,54	96	79,6	71,6	6,478	13,125	5,625	0,22435	7560,5
210430	12822	302	1,27	1,53	97	80	71,9	6,411	11,25	5,277	0,2225	7531,2
210431	13009	298	1,27	1,53	98	80	71,9	6,5045	13,75	5,746	0,22507	7618,3

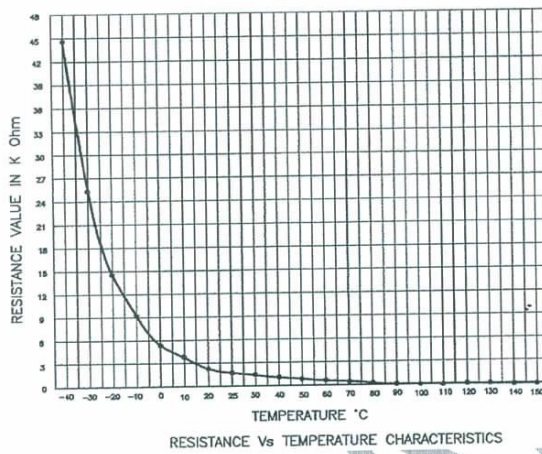
210432	12857	298	1,26	1,52	99	80,3	72,2	6,4285	13,75	5,746	0,22298	7581
210433	12949	301	1,25	1,52	100	80,6	72,2	6,4745	11,875	5,391	0,22425	7936,4
210434	12991	301	1,24	1,52	101	81	72,2	6,4955	11,875	5,391	0,22483	8271,7
210435	12818	303	1,24	1,52	102	81	72,2	6,409	10,625	5,166	0,22245	8184,2
210436	12617	296	1,25	1,52	103	80,6	72,2	6,3085	15	5,995	0,21968	7774,9
210437	11043	296	1,26	1,51	104	80,3	72,5	5,5215	15	5,995	0,19804	6487,5
210438	10316	299	1,26	1,5	105	80,3	72,8	5,158	13,125	5,625	0,18805	5926
210439	13909	295	1,25	1,49	106	80,6	73,1	6,9545	15,625	6,124	0,23745	7516,9
210440	13337	303	1,24	1,49	107	81	73,1	6,6685	10,625	5,166	0,22958	7589,5
210441	13560	293	1,24	1,48	108	81	73,4	6,78	16,875	6,39	0,23265	7399
210442	13807	298	1,24	1,48	109	81	73,4	6,9035	13,75	5,746	0,23605	7507
210443	13994	293	1,23	1,48	110	81,3	73,4	6,997	16,875	6,39	0,23862	7924,8
210444	13860	296	1,23	1,48	111	81,3	73,4	6,93	15	5,995	0,23678	7863,6
210445	14096	298	1,23	1,47	112	81,3	73,7	7,048	13,75	5,746	0,24002	7669,1
210446	17604	303	1,22	1,47	113	81,6	73,7	8,802	10,625	5,166	0,28826	9618,4
210447	18148	304	1,22	1,46	114	81,6	74	9,074	10	5,058	0,29574	9494,2
210448	13676	306	1,2	1,46	115	82,3	74	6,838	8,75	4,847	0,23425	8188,9
210449	8756	300	1,19	1,46	116	82,7	74	4,378	12,5	5,507	0,1666	6063,8
210450	8078	302	1,18	1,46	117	83	74	4,039	11,25	5,277	0,15727	5952,3
210451	10164	295	1,16	1,46	118	83,7	74	5,082	15,625	6,124	0,18596	7581,2
210452	10468	296	1,16	1,46	119	83,7	74	5,234	15	5,995	0,19014	7751,6
210453	10415	311	1,14	1,45	120	84,4	74,3	5,2075	5,625	4,359	0,18941	8041,6
210454	7680	296	1,14	1,44	121	84,4	74,6	3,84	15	5,995	0,1518	6251,5
210455	8040	300	1,14	1,44	122	84,4	74,6	4,02	12,5	5,507	0,15675	6455,4
210456	12649	303	1,13	1,43	123	84,8	74,9	6,3245	10,625	5,166	0,22012	9112,1
210457	15748	306	1,14	1,43	124	84,4	74,9	7,874	8,75	4,847	0,26274	10484
210458	16711	299	1,15	1,43	125	84,1	74,9	8,3555	13,125	5,625	0,27598	10603
210459	11541	296	1,17	1,42	126	83,4	75,2	5,7705	15	5,995	0,20489	7006,2
210500	10150	302	1,18	1,43	127	83	74,9	5,075	11,25	5,277	0,18576	6320,3
210501	10245	296	1,17	1,41	128	83,4	75,5	5,1225	15	5,995	0,18707	6155,4
210502	11534	297	1,16	1,41	129	83,7	75,5	5,767	14,375	5,869	0,20479	7038,7
210503	13178	297	1,15	1,4	130	84,1	75,8	6,589	14,375	5,869	0,2274	7856,1
210504	13658	294	1,14	1,4	131	84,4	75,8	6,829	16,25	6,255	0,234	8431,2
210505	12928	300	1,14	1,4	132	84,4	75,8	6,464	12,5	5,507	0,22396	8069,5
210506	13358	300	1,14	1,4	133	84,4	75,8	6,679	12,5	5,507	0,22987	8282,5
210507	13785	295	1,13	1,39	134	84,8	76,1	6,8925	15,625	6,124	0,23574	8539
210508	13916	296	1,12	1,39	135	85,1	76,1	6,958	15	5,995	0,23755	8961
210509	16831	310	1,12	1,39	136	85,1	76,1	8,4155	6,25	4,452	0,27763	10473
210510	19185	309	1,11	1,38	137	85,5	76,4	9,5925	6,875	4,548	0,30999	11757
210511	14184	295	1,1	1,38	138	85,9	76,4	7,092	15,625	6,124	0,24123	9516,1
210512	12430	294	1,1	1,38	139	85,9	76,4	6,215	16,25	6,255	0,21711	8564,7
210513	13238	294	1,08	1,38	140	86,6	76,4	6,619	16,25	6,255	0,22822	9704,2
210514	13415	291	1,07	1,37	141	87	76,8	6,7075	18,125	6,667	0,23066	9862,6
210515	12892	295	1,06	1,37	142	87,3	76,8	6,446	15,625	6,124	0,22347	9904,2
210516	15052	312	1,06	1,37	143	87,3	76,8	7,526	5	4,267	0,25317	11221
210517	17241	289	1,06	1,37	144	87,3	76,8	8,6205	19,375	6,957	0,28326	12555
210518	13154	298	1,07	1,37	145	87	76,8	6,577	13,75	5,746	0,22707	9709,1
210519	17816	294	1,09	1,36	146	86,2	77,1	8,908	16,25	6,255	0,29117	11165
210520	16436	305	1,1	1,35	147	85,9	77,4	8,218	9,375	4,951	0,2722	9660,1
210521	16962	305	1,08	1,34	148	86,6	77,7	8,481	9,375	4,951	0,27943	10403

210522	17364	298	1,07	1,34	149	87	77,7	8,682	13,75	5,746	0,28496	11051
210523	17947	293	1,05	1,33	150	87,7	78	8,9735	16,875	6,39	0,29297	11889
210524	12684	295	1,04	1,32	151	88,1	78,3	6,342	15,625	6,124	0,22061	9004,8
210525	12465	298	1,03	1,32	152	88,5	78,3	6,2325	13,75	5,746	0,21759	9229
210526	12211	291	1,02	1,31	153	88,8	78,7	6,1055	18,125	6,667	0,2141	9135,7
210527	13298	290	1,02	1,31	154	88,8	78,7	6,649	18,75	6,81	0,22905	9773,4
210528	15352	302	1,01	1,3	155	89,2	79	7,676	11,25	5,277	0,25729	11046
210529	18081	293	1,01	1,29	156	89,2	79,3	9,0405	16,875	6,39	0,29481	12254
210530	15578	297	1	1,29	157	89,6	79,3	7,789	14,375	5,869	0,2604	11248
210531	16041	304	1	1,28	158	89,6	79,6	8,0205	10	5,058	0,26676	11158
210532	17283	281	0,99	1,28	159	90	79,6	8,6415	24,375	8,246	0,28384	12338
210533	13923	292	0,98	1,28	160	90,4	79,6	6,9615	17,5	6,527	0,23764	10723
210534	18663	297	0,99	1,27	161	90	80	9,3315	14,375	5,869	0,30282	12746
210535	18885	301	1,01	1,27	162	89,2	80	9,4425	11,875	5,391	0,30587	11873
210536	18896	297	1,01	1,27	163	89,2	80	9,448	14,375	5,869	0,30602	11879
210537	16447	270	1,01	1,26	164	89,2	80,3	8,2235	31,25	10,42	0,27235	10194
210538	12952	273	0,99	1,26	165	90	80,3	6,476	29,375	9,774	0,22429	9129,6
210539	17068	292	0,97	1,25	166	90,8	80,6	8,534	17,5	6,527	0,28089	11976
210540	17520	308	0,96	1,25	167	91,2	80,6	8,76	7,5	4,646	0,2871	12723
210541	12864	305	0,95	1,24	168	91,6	81	6,432	9,375	4,951	0,22308	9951,8
210542	6501	305	0,94	1,23	169	92	81,3	3,2505	9,375	4,951	0,13559	6089,5
210543	984	305	0,94	1,23	170	92	81,3	0,492	9,375	4,951	0,05973	2682,5
210544	180	303	0,94	1,22	171	92	81,6	0,09	10,625	5,166	0,04868	2117,1
210545	296	254	0,94	1,22	172	92	81,6	0,148	41,25	14,64	0,05027	2186,5
210546	8283	250	0,94	1,22	173	92	81,6	4,1415	43,75	15,93	0,16009	6963,2
210547	18335	303	0,93	1,22	174	92,4	81,6	9,1675	10,625	5,166	0,29831	13489
210548	9952	293	0,92	1,22	175	92,8	81,6	4,976	16,875	6,39	0,18304	8594,6
210549	1980	287	0,93	1,22	176	92,4	81,6	0,99	20,625	7,259	0,07343	3320,1
210550	8837	292	0,94	1,21	177	92	82	4,4185	17,5	6,527	0,16771	7055,8
210551	10920	286	0,94	1,21	178	92	82	5,46	21,25	7,414	0,19635	8260,8
210552	6568	316	0,93	1,19	179	92,4	82,7	3,284	2,5	3,919	0,13651	5586,4

Anexo IV – Curva característica original do sensor de temperatura

Curva característica:

El voltaje de salida del sensor puede asignarse a la temperatura.



Temperatura (°C)	Resistencia (kΩ)
0	5,71 kΩ
20	2,43 kΩ
40	1,14 kΩ
100	0,18 kΩ

Anexo V – Código da placa de aquisição


```

// Data Acquisition Code, Last update on 26/10/2016

// Made by:

// David Velez, José Simões, Mariana Ferreira, Sérgio André, Sérgio Francisco

#include <SPI.h>

#include "mcp_can.h"

#include <SD.h>

const int chipSelect = 9;//Pin de CS Scard

// the cs pin of the version after v1.1 is default to D9
// v0.9b and v1.0 is default D10

const int SPI_CS_PIN = 10;

MCP_CAN CAN(SPI_CS_PIN); // Set CS pin

const int sentenceSize = 80;

int TPS_pin = 3;

char sentence[sentenceSize];

unsigned char flagRecv = 0;

unsigned char len = 0;

unsigned char buf[8];

char str[20];

/* -----Caudalímetro-----
-----*/

byte caudalimetro_out = 3; //Pin do caudalímetro

```

```
byte sensorInterrupt = 1 ;// Descobrir qual o numero de interrupt correspondente ao pino
```

```
float calibrationFactor = 8.1;
```

```
volatile byte pulseCount;
```

```
float flowRate;
```

```
unsigned int flowMilliLitres;
```

```
//unsigned long totalMilliLitres;
```

```
unsigned long oldTime;
```

```
unsigned int rpm = 0;
```

```
unsigned int tps=0;
```

```
/* -----  
-----*/
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  while (CAN_OK != CAN.begin(CAN_500KBPS))          // init can bus : baudrate =  
500k
```

```
  {
```

```
    Serial.println("CAN BUS Shield init fail");
```

```
    Serial.println(" Init CAN BUS Shield again");
```

```
    delay(100);
```

```
  }
```

```
  Serial.println("CAN BUS Shield init ok!");
```

```
attachInterrupt(0, MCP2515_ISR, FALLING); // start interrupt

pinMode(caudalimetro_out, INPUT);

digitalWrite(caudalimetro_out, HIGH);

pulseCount    = 0;
flowRate      = 0.0;
flowMilliLitres = 0;
// totalMilliLitres = 0;
oldTime       = 0;

attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(caudalimetro_out), pulseCounter, FALLING);

Serial.print("Initializing SD card...");

// see if the card is present and can be initialized:
if (!SD.begin(chipSelect)) {
  Serial.println("Card failed, or not present");
  // don't do anything more:
  return;
}

Serial.println("card initialized.");

// make a string for assembling the data to log:
String dataString = "Time;RPM;Fluxomillilitros/seg;Tps;T1;T2";

// open the file. note that only one file can be open at a time,
// so you have to close this one before opening another.
File dataFile = SD.open("datalog1.txt", FILE_WRITE);
```

```

// if the file is available, write to it:
if (dataFile) {
    dataFile.println(dataString);
    dataFile.close();
    // print to the serial port too:
    Serial.println(dataString);
}
// if the file isn't open, pop up an error:
else {
    Serial.println("error opening datalog.txt");
}
}

void MCP2515_ISR()
{
    flagRecv = 1;
}

void loop()
{
    static int i = 0;
    // caudalimetro();
    APPS();
    if (flagRecv)
    { // check if get data

        flagRecv = 0;           // clear flag

        // iterate over all pending messages
        // If either the bus is saturated or the MCU is busy,

```

```

// both RX buffers may be in use and reading a single
// message does not clear the IRQ conditon.
while (CAN_MSGAVAIL == CAN.checkReceive())
{
    unsigned char canId = CAN.getCanId();

    // read data, len: data length, buf: data buf
    CAN.readMsgBuf(&len, buf);
    if(canId==0x60){
        rpm = ((unsigned int)(buf[0])) + ((unsigned int)(buf[1]) << 8);
    }else if(canId==0x400){
        tps=buf[0];
    }

}

}
}
if (Serial.available())
{
    char ch = Serial.read();
    if (ch != '\n' && i < sentenceSize)
    {
        sentence[i] = ch;
        i++;
    }
    else
    {
        sentence[i] = '\0';
        i = 0;
        displayGPS();
    }
}

```

```
    }  
  }  
}
```

```
void APPS(){  
  tps = analogRead(TPS_pin);  
}
```

```
void displayGPS()  
{  
  char field[20];  
  getField(field, 0);  
  if (strcmp(field, "$GPRMC") == 0)  
  {  
  
    getField(field, 1); // number  
    // make a string for assembling the data to log:  
    String dataString = "";  
    dataString += String(field);  
    dataString += ",";  
    dataString += String(rpm);  
    dataString += ",";  
    dataString += String(flowMilliLitres);  
    dataString += ",";  
    dataString += String(tps);  
    dataString += ",";  
  
    // read three sensors and append to the string:  
    for (int analogPin = 0; analogPin < 2; analogPin++) {  
      float sensor = (float)(analogRead(analogPin))*5.0/1024.0;
```

```

dataString += String(sensor);

if (analogPin < 1) {
  dataString += ",";
}
}

// open the file. note that only one file can be open at a time,
// so you have to close this one before opening another.
File dataFile = SD.open("datalog1.txt", FILE_WRITE);

// if the file is available, write to it:
if (dataFile) {
  dataFile.println(dataString);
  dataFile.close();
  // print to the serial port too:
  Serial.println(dataString);
}

// if the file isn't open, pop up an error:
else {
  Serial.println("error opening datalog.txt");
}
}
}

void getField(char* buffer, int index)
{
  int sentencePos = 0;
  int fieldPos = 0;
  int commaCount = 0;

```

```

while (sentencePos < sentenceSize)
{
  if (sentence[sentencePos] == ',')
  {
    commaCount ++;
    sentencePos ++;
  }
  if (commaCount == index)
  {
    buffer[fieldPos] = sentence[sentencePos];
    fieldPos ++;
  }
  sentencePos ++;
}
buffer[fieldPos] = '\0';
}

```

```

void pulseCounter()

```

```

{
  // Increment the pulse counter
  pulseCount++;
}

```

```

//void caudalimetro() {

```

```

//

```

```

// if ((millis() - oldTime) > 1000) // Only process counters once per 100 milliseconds

```

```

// {

```

```

// // Disable the interrupt while calculating flow rate and sending the value to

```

```
// // the host

// detachInterrupt(sensorInterrupt);

//

// flowRate = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulseCount) / calibrationFactor;

//

// oldTime = millis();

//

// flowMilliLitres = (flowRate / 60) * 1000;

//

// // Reset the pulse counter so we can start incrementing again

// pulseCount = 0;

//

// // Enable the interrupt again now that we've finished sending output

// attachInterrupt(sensorInterrupt, pulseCounter, FALLING);

//

// }

//}

// End file **
```