



Instituto Politécnico
de Castelo Branco
Escola Superior
de Tecnologia

Desenho, cálculo e modelação BIM de sistemas VRF

Eva Duarte Tavares

Orientador

Prof. Adjunto Luís P. C. Neto, PhD

Trabalho de Projeto apresentado à Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco, no âmbito da unidade curricular de Estágio / Projeto do 3º ano do curso de licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial, para cumprimento dos requisitos obrigatórios de avaliação.

Julho 2023

Composição do júri

Presidente do júri:

Luís Paulo Coelho Neto

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco

Arguentes:

Eng. David Martins da Silva

Enérgico Balanço unipessoal Lda., Castelo Branco

Pedro Miguel Baptista Torres

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco

Arguente Suplente:

Fernando Júlio Marques Miranda

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco

Agradecimentos

À minha mãe cujo amor, apoio incondicional e incentivo constante foram essenciais para superar os desafios e alcançar esta conquista.

Aos membros do júri, por dedicarem seu tempo e expertise na avaliação deste trabalho.

Ao meu orientador, Luís Paulo Coelho Neto, pela orientação valiosa, paciência e apoio ao longo desta jornada acadêmica.

Ao Instituto Politécnico de Castelo Branco e aos membros que disponibilizaram recursos e dados para a condução deste projeto.

E um especial agradecimento ao país que me acolheu durante a minha jornada acadêmica.

Resumo

No âmbito da unidade curricular Projeto/Estágio do curso de Licenciatura em Engenharia Industrial, este projeto teve como objetivo principal o desenho, cálculo e modelação BIM de sistemas VRF.

O primeiro capítulo abordou conceitos como sistemas de Aerotermia e sistemas VRF, apresentando equipamentos utilizados nos sistemas VRF.

Em seguida, foi explorada a plataforma BIMserver.center, que foi essencial para a parte prática do projeto. Foram descritas as aplicações disponíveis no programa, destacando suas funcionalidades.

No caso de estudo, foi selecionado o Piso 1 do Bloco D da Escola Superior de Tecnologias do Instituto Politécnico de Castelo Branco. Utilizando as ferramentas do BIMserver.center. O modelo arquitetónico completo do edifício foi desenhado, seguido pelo cálculo das cargas térmicas específicas do referido piso. Recorrendo a aplicações desenhadas em colaboração com fabricantes, foram desenhados sistemas VRF em cada aplicação disponível na plataforma.

Por fim, foi realizado um estudo comparativo entre os sistemas VRF projetados em cada aplicação, analisando seus desempenhos e características.

O presente projeto contribuiu para a compreensão dos sistemas VRF, a aplicação do BIMserver.center como plataforma de modelação e a realização de um estudo comparativo relevante para o projeto de sistemas de climatização eficientes.

Palavras-chave

Sistemas VRF, Modelação BIM; Open BIM

Abstract

Within the scope of the Project/Internship course of the bachelor's degree in industrial engineering, this project aimed at the design, calculation, and BIM modeling of VRF systems. The first chapter addressed concepts such as Aerothermal systems and VRF systems, presenting the equipment used in VRF systems.

Subsequently, the BIMserver.center platform was explored, which played a crucial role in the practical part of the project. The available applications in the program were described, highlighting their functionalities.

For the case study, the 1st Floor of Block D of the School of Technologies at Castelo Branco Polytechnic Institute was selected. Using the tools provided by BIMserver.center, the complete architectural model of the building was designed, followed by the calculation of the specific thermal loads of the floor. Collaborating with manufacturers, VRF systems were designed in each available application within the platform.

Finally, a comparative study was conducted among the VRF systems designed in each application, analyzing their performance and characteristics. This analysis allowed for the evaluation and selection of the most suitable VRF system for the case study.

This project contributed to the understanding of VRF systems, the application of BIMserver.center as a modeling platform, and the realization of a relevant comparative study for the design of efficient HVAC systems.

Keywords

VRF systems; BIM modeling; Open BIM

Índice geral

1. Introdução.....	3
1.1. Introdução ao projeto	3
1.2. Contexto e motivação	3
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Estrutura do Relatório	4
2. Aerotermia e Sistemas VRF	7
2.1. Aerotermia.....	7
2.2. Bomba de calor aerotérmica	8
2.3. Sistemas VRF/VRV	9
2.4. Sistemas VRF a dois tubos	12
2.5. Sistemas VRF com recuperação de calor	12
2.6. Vantagens do sistema VRF	13
2.7. Equipamentos utilizados em sistemas VRF	14
2.8. Tecnologias.....	21
2.9. Parâmetros da instalação	22
2.10. Fluidos Frigoríficos.....	23
3. BIM – Building Information Modeling.....	29
3.1. BIMserver.center.....	30
3.2. IFC Builder	30
3.3. CYPETHERM LOADS	33
3.4. Aplicações de fabricantes	43
3.5. Open BIM Bosch	49
3.6. Open BIM Toshiba	50
3.7. Open BIM Fujitsu.....	51
3.8. Open BIM Daikin	52
3.9. Open BIM Midea	53
3.10. Open BIM Panasonic.....	54
3.11. Open BIM Kaysun.....	54
4. Caso de estudo.....	59
4.1. Descrição do edifício objeto de estudo.....	59

4.2. Criação do modelo BIM utilizando o IFC Builder	62
4.3. Determinação das Cargas Térmicas através do CYPETHERM LOADS	65
4.4. Cálculo e modelação BIM de sistemas VRF e Aerotermia	68
4.5. Open BIM BOSCH	69
4.6. Open BIM TOSHIBA	73
4.7. Open BIM FUJITSU	75
4.8. Open BIM DAIKIN	78
4.9. Estudo comparativo.....	81
5. Conclusão	85
5.1. Breve resumo do trabalho realizado.....	85
5.2. Apreciação do trabalho desenvolvido	85
5.3. Dificuldades e Limitações.....	86
5.4. Melhorias a fazer.....	86
Referências bibliográficas	89
ANEXOS	

Índice de Figuras

Figura 1: Funcionamento de uma bomba de calor.	9
Figura 2: Representação de um Sistema VRF num escritório	11
Figura 3: Sistema VRF a dois tubos.....	12
Figura 4: Sistema VRF a três tubos com recuperação de calor.	13
Figura 5 - Componentes internos de uma unidade exterior	16
Figura 6: Esquema exemplificativo de um sistema VRF: Unidades interiores.....	17
Figura 7: Unidade interior tipo parede.	18
Figura 8: Unidade interior do tipo cassete de 1 via.	18
Figura 9: Unidade interior tipo cassete de 2 vias.	19
Figura 10: Unidade interior tipo cassete de 4 vias.	19
Figura 11: Unidade interior do tipo conduta.	20
Figura 12: unidades interiores de chão.....	21
Figura 13: Relação entre o EER (esq.) e o COP (dir.) e a etiqueta energética dos equipamentos.....	23
Figura 14: IFC Builder -Janela principal.....	31
Figura 15: IFC Builder - Interface	32
Figura 16: IFC Builder - Menu Projecto.....	32
Figura 17: IFC Builder - Menu Arquitectura.....	33
Figura 18: IFC Builder - Menu Edição	33
Figura 19: IFC Builder - Menu Resultados.	33
Figura 20: CYPETHERM LOADS - Interface “Edifício”	34
Figura 21: CYPETHERM LOADS - Interface “Cargas térmicas”.....	35
Figura 22: CYPETHERM LOADS - Menu “Arquivo”	35
Figura 23: CYPETHERM LOADS - Menu “Instalação”	36
Figura 24: CYPETHERM LOADS - Menu “Instalação”	36
Figura 25: CYPETHERM LOADS - Menu “BIMserver.center”	37
Figura 26: CYPETHERM LOADS - Menu Edifício.....	38
Figura 27: CYPETHERM LOADS - Menu “Projecto”.	38
Figura 28: CYPETHERM LOADS - Elementos verticais.....	39
Figura 29: Elementos horizontais do CYPETHERM LOADS.	39
Figura 30: Aberturas do CYPETHERM LOADS.....	40

Figura 31: Pontes térmicas lineares do CYPETHERM LOADS.....	40
Figura 32: CYPETHERM LOADS Menu “Projecto”, Seção “Cargas térmicas” do.....	41
Figura 33: CYPETHERM LOADS.Menu “Instalação”, Seção “Cargas térmicas” do	41
Figura 34: CYPETHERM LOADS.Menu “Edição”, Seção “Cargas térmicas” do	41
Figura 35: Menu “Cálculo”, Seção “Cargas térmicas” do CYPETHERM LOADS.....	41
Figura 36: Menu “BIMserver.center”, Seção “Cargas térmicas” do CYPETHERM LOADS.	42
Figura 37: Menu “Hipótese de zoneamento”, Seção “Cargas térmicas” do CYPETHERM LOADS.....	42
Figura 38: CYPETHERM LOADS - Análise dos resultados, Seção “Cargas térmicas”.....	43
Figura 39: aplicações do BIMserver.center - Exemplo da janela inicial.....	44
Figura 40: Aplicações do BIMserver.center - Exemplo de interface.....	45
Figura 41: Aplicações do BIMserver.center - Menu Projeto/Vistas.....	45
Figura 42: Aplicações do BIMserver.center - Menu Opções de captura.....	45
Figura 43: Aplicações do BIMserver.center - Menu Projecto	46
Figura 44: Aplicações do BIMserver.center - Dados da localização.....	46
Figura 45: Aplicações do BIMserver.center - ASHRAE dados climáticos.....	46
Figura 46: Aplicações do BIMserver.center - Dados do projeto.....	47
Figura 47: Aplicações do BIMserver.center - Menu “Project”.....	47
Figura 48: Aplicações do BIMserver.center - Menu “Edição”.....	48
Figura 49: Aplicações do BIMserver.center - Menu “Cálculo”.....	48
Figura 50: Aplicações do BIMserver.center - Menu “Cálculo”.....	48
Figura 51: Aplicações do BIMserver.center - Menu “Listagens”.....	49
Figura 52: Aplicações do BIMserver.center - Menu “Listagens”.....	49
Figura 53: Menu “BIM”.....	49
Figura 54: Interface Open BIM Bosch.....	50
Figura 55: Interface Open BIM Toshiba.....	51
Figura 56: Open BIM Fujitsu - Interface	52
Figura 57: Open BIM Fujitsu -Menu control.....	52
Figura 58: Open BIM Daikin - Interface.....	53
Figura 59: Open BIM Midea - Interface.....	53
Figura 60: Open BIM Panasonic - Interface.....	54

Figura 61: Open BIM Kaysun - Interface.....	55
Figura 62: Bloco D da Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco.....	59
Figura 63: Piso 0 do Bloco D.....	60
Figura 64: Piso 1 do Bloco D.....	61
Figura 65: IFC Builder - Piso e cotas.....	62
Figura 66: IFC Builder - 2D Piso 0 do Bloco D.	63
Figura 67: IFC Builder - 2D Piso 1 do Bloco D.	63
Figura 68: IFC Builder - 2D Cobertura do Bloco D.	64
Figura 69: IFC Builder - Vista 3D do Bloco D.....	64
Figura 70: IFC Builder - Vista 3D do Piso 1 do Bloco D.....	64
Figura 71: CYPETHERM LOADS - Dados meteorológicos de Castelo Branco.....	66
Figura 72: Cargas térmicas de arrefecimento no anfiteatro (junho), CYPETHERM LOADS.....	67
Figura 73: Cargas térmicas máxima de aquecimento do anfiteatro, Cypertherm Loads	67
Figura 74: Open BIM - ASHRAE <i>Wheather Data Viewer</i>	68
Figura 75: Open BIM Bosch - Opções gerais.....	69
Figura 76: Open BIM Bosch - Esquema da primeira unidade exterior.	70
Figura 77: Open BIM Bosch - Esquema da segunda unidade exterior.	71
Figura 78: Open BIM Bosch - Desenho 2D da cobertura.	71
Figura 79: Open BIM Bosch - Desenho 2D do Piso 1.....	71
Figura 80: Open BIM Bosch - Desenho 3D.	72
Figura 81: Open BIM Bosch - Desenho 3D.	72
Figura 82: Open BIM Toshiba – Esquema VRF.....	74
Figura 83: Open BIM Toshiba - Desenho 2D da cobertura e localização da unidade exterior.	74
Figura 84: Open BIM Toshiba - Desenho 2D do Piso 1 e localização das unidades terminais e das tubagens.	75
Figura 85: Open BIM Toshiba - Desenho 3D do Piso 1.....	75
Figura 86: Open BIM Fujitsu – Esquema VRF.	76
Figura 87: Open BIM Fujitsu - Desenho 2D da cobertura.	77
Figura 88: Open BIM Fujitsu - Desenho 2D do Piso 1.....	77
Figura 89: Open BIM Fujitsu – Desenho 3D.....	77

Figura 90: Open BIM Daikin – Esquema VRF da primeira unidade exterior.....	78
Figura 91: Open BIM Daikin – Esquema VRF da segunda unidade exterior.....	79
Figura 92: Open BIM Daikin – Esquema VRF da terceira unidade exterior.....	80
Figura 93: Open BIM Daikin – Representação 2D da cobertura e da localização das unidades exteriores.....	80
Figura 94 - Open BIM Daikin – Representação 2D do Piso 1.....	80
Figura 95: Open BIM Daikin - Representação 3D.	81
Figura 96: Plataforma BIMserver.center - página inicial.....	93
Figura 97: Plataforma BIMserver.center - menu principal.	93
Figura 98: Plataforma BIMserver.center - menu “Os meus projetos”.....	94
Figura 99: Plataforma BIMserver.center: menu “As minhas contribuições”.	94
Figura 100: Plataforma BIMserver.center: menu “Projetos partilhados”.	95
Figura 101: Plataforma BIMserver.center - menu “Configuração do projeto”.....	96
Figura 102: Plataforma BIMserver.center - menu “Conta do BIMserver”.....	96
Figura 103: CYPETHERM LOADS - Compartimentos	103
Figura 104: Fachadas, Cypertherm Loads	103
Figura 105: Paredes Interiores 15 cm, Cypertherm Loads	104
Figura 106: Paredes Interiores WC, Cypertherm Loads	104
Figura 107: Paredes Interiores, Cypertherm Loads.....	105
Figura 108: Pavimento em contacto com o terreno, Cypertherm Loads.....	105
Figura 109: Pavimento entre pisos, Cypertherm Loads	106
Figura 110: Coberturas, Cypertherm Loads.....	107
Figura 111: Portas, Cypertherm Loads	107
Figura 112: Aberturas envidraçadas, Cypertherm Loads.....	107
Figura 113: Anfiteatro, Cypertherm Loads.....	108
Figura 114: Janela de dados do Anfiteatro, Cypertherm Loads.....	108
Figura 115: Representação 3D do Anfiteatro, Cypertherm Loads	109
Figura 116: Elementos verticais do Anfiteatro, Cypertherm Loads	109
Figura 117: Elementos verticais contíguos, Cypertherm Loads	109
Figura 118: Elementos horizontais, CYPETHERM LOADS.....	110
Figura 119: Elementos horizontais, CYPETHERM LOADS.....	110
Figura 120: Aberturas contíguas, CYPETHERM LOADS	111

Figura 121: Aberturas contíguas, CYPETHERM LOADS.....111

Lista de siglas

ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i> (Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado)
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BIM	Building Information Modeling
CYPE	Calculo Y Proyectos de Estructuras
IFC	Industry Foundation Classes
VRF	<i>Variable Refrigerant Flow</i> (Volume de Fluido Frigorigéneo Variável.)
VRV	<i>Variant Refrigerant Volume</i> (Volume de Fluido Frigorigéneo Variável.)