

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE APOIO AO PROJETO PRELIMINAR DE COMPRESSORES ALTERNATIVOS

Hugo de Oliveira Dias Filho

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, hugodias@ufba.br

Alberto Canovas Filho

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, betocanovas@terra.com.br

Roberto Guimarães de Sousa

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, rgs@ufba.br

Tiago Simões Dias

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, tsdias@uol.com.br

Antônio Carlos Peixoto Bitencourt

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, acpbiten@ufba.br

Ednildo Andrade Torres

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, ednildo@ufba.br

Herman Augusto Lepikson

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, herman@ufba.br

Resumo. *A aplicação de conceitos de Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP) em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) é potencializado pela adoção de metodologias prescritivas de projeto, principalmente, quando se desenvolve ferramentas que atendam as demandas específicas de PMEs, ao mesmo tempo que carregam os princípios de DIP em sua construção e uso. Este trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento e aplicação de uma ferramenta que apóie o projeto preliminar de compressores alternativos e que possa ser utilizada por Pequenas e Médias Empresas (PMEs), no contexto de aplicação dos princípios e conceitos de DIP.*

Palavras-chaves. *Projeto Preliminar, Ferramenta Computacional, Engenharia Térmica, Cálculo Estrutural, Estações de Compressão.*

1. INTRODUÇÃO

Compressores alternativos de processo são equipamentos com demanda em constante crescimento, principalmente quando aplicados ao uso de Gás Natural Veicular (GNV). Por outro lado, a tecnologia de projeto deste produto, apesar de amadurecida, é restrita às grandes empresas do mercado, que na sua maioria são estrangeiras. Dificulta-se, então, o acesso de novos entrantes neste mercado, principalmente, se estes são Pequenas e Médias Empresas (PMEs).

Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa em desenvolvimento no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Bahia que tem por objetivo aplicar os conceitos, metodologias e técnicas relacionados ao Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP) em PMEs. Como estudo de caso, o DIP é aplicado na Sistematização do Projeto de Compressores Alternativos numa pequena empresa. Mais especificamente, este artigo tem por objetivo descrever o desenvolvimento de uma ferramenta de baixo custo que apóie o projeto preliminar de compressores alternativos.

Para tanto, descrevem-se os conceitos e metodologia que permeiam a aplicação do DIP em pequenas empresas. Em seguida, apresenta-se a comparação entre ferramentas com características semelhantes à proposta. Por fim, apresentam-se a estrutura e a validação da ferramenta proposta.

2. DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

Entende-se o Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP) como uma abordagem que antecipa e integra diferentes características de qualidade do ciclo de vida do produto na fase de projeto⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾. O DIP é, assim, uma abordagem que possibilita a consideração da influência mútua de diferentes características do produto, pois antecipa as peculiaridades do seu ciclo de vida (envolvendo todos os *stakeholders*: vendas; projeto; produção; transporte; montagem; uso; manutenção e descarte) já nas fases iniciais do desenvolvimento. A adoção do DIP implica na coordenação de diferentes esforços, tais como a implantação de sistema de gerenciamento de projeto, a adoção de metodologia de projeto⁽⁴⁾, o gerenciamento de conhecimento, entre outros. Existem diferentes abordagens metodológicas que utilizam os conceitos e princípios do DIP^(1,2,5).

Pesquisadores têm apresentado estudos dos fatores relacionados à inovação de produtos em PMEs⁽⁶⁻¹⁰⁾. Estes trabalhos auxiliam no entendimento das especificidades regionais de PMEs⁽¹¹⁾. É justamente neste ponto que esta pesquisa se situa, pois tem objetivo de entender e responder às demandas específicas por desenvolvimento de produtos em PMEs, a partir da aplicação de um modelo de referência de DIP. Mais especificamente, propõe uma metodologia de projeto de produtos que considere as restrições e potencialidades deste tipo de empresa.

Neste contexto, este artigo compõe uma pesquisa que procura desenvolver, divulgar e suportar a inovação de produtos de PMEs. Neste sentido, as primeiras ações adotadas foram a implantação de um grupo de pesquisa em DIP, o desenvolvimento de pesquisas em parceria com PMEs e a elaboração de um modelo de referência de aplicação do DIP em PMEs (DIPME)⁽¹¹⁾. O grande desafio na elaboração do DIPME consiste em conciliar o ritmo próprio de PMEs, que tem que continuar produzindo e gerando receita numa situação de limitação de recursos humanos e financeiros, com a implantação de uma nova cultura de desenvolvimento de produtos .

3. PROPOSIÇÃO DO NÚCLEO DO DIPME

O núcleo do DIPME é uma metodologia de projeto da escola prescritiva⁽¹²⁻¹⁴⁾, que prevê a inovação em três níveis original, adaptativo e paramétrico (Figura 1). Devido ao alto grau de risco em inovações originais, procurou-se aplicar uma abordagem direcionada à inovação adaptativa, criando as bases e cultura para uma futura inovação original. Desta forma, elaborou-se o núcleo do DIPME dedicado já à inovação adaptativa.

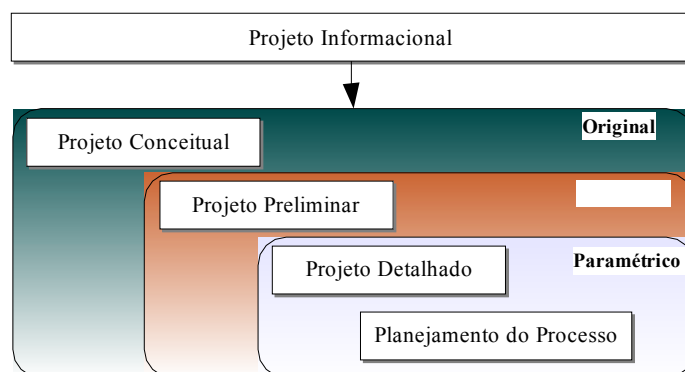


Figura 1. Níveis de Inovação

A metodologia é apresentada através de fluxograma de atividades, no qual apresentam-se as ferramentas e métodos que são sugeridas para cada etapa. A metodologia é dividida em três fases (neste trabalho não será tratada a fase de projeto conceitual, pois se caracteriza como uma inovação adaptativa⁽¹¹⁾):

Projeto Informacional, no qual se realiza a recuperação das informações sobre o produto presente em todo o ciclo de vida. Ao final desta fase elaboram-se as especificações para a inovação do produto.

Projeto Preliminar, no qual se realizam as modelagens pertinentes ao tipo de produto, no caso específico desta aplicação, serão necessárias modelagens e simulações funcional, estrutural e termodinâmica. Estes modelos servem de base para a proposição de inovações que atendam as especificações. Ao final desta fase, avalia-se se realmente as proposições de inovação atendem as especificações, caso as proposições não atendam, repetem-se as etapas correspondentes do Projeto Preliminar, se, por outro lado, atenderem as especificações, o processo encaminha-se para a próxima fase.

Projeto Detalhado, no qual se realizam ajustes, otimizações paramétricas e testes em protótipos que complementem as proposições elaboradas no Projeto Preliminar. Ao final desta fase elaboram-se os desenhos para a fabricação, que também passam por um processo de avaliação que determina se os desenhos elaborados atendem as especificações elaboradas no Projeto Informacional e se não existe nenhuma inconformidade ou inviabilidade de fabricação.

As ferramentas de modelagens, necessárias à Fase de Projeto Preliminar, são geralmente dispendiosas, o que inviabiliza a sua adoção por PMEs. Além disto, na maioria das vezes possuem características gerais, não respondendo demandas específicas de determinados produtos. Neste sentido, verificou-se a necessidade de desenvolver uma ferramenta que atendesse as demandas inovativas de projetos adaptativos na sua fase de Projeto Preliminar, bem como, representasse as necessidades específica de PMEs, mais especificamente ao estudo de caso da pesquisa – Projeto de Compressores Alternativos para GNV⁽¹¹⁾. Desta forma, propôs-se o desenvolvimento de uma ferramenta computacional de apoio às atividades de modelagem deste tipo de equipamento.

4. FERRAMENTAS DE CÁLCULOS DISPONÍVEIS

Nesta seção apresenta-se a avaliação de ferramentas similares as propostas neste artigo. A avaliação é realizada através da análise e comparação entre três ferramentas computacionais utilizadas para projeto de compressores: *Dr. Size* da *Dresser-rand*⁽¹⁵⁾, *ARIEL* da *Ariel corporations*⁽¹⁶⁾ e o *Thumper* da *BlueSki Machinery* (esta ferramenta foi fornecida pela empresa parceira deste projeto, contudo não foi encontrado nenhuma referência acerca dela.). Em princípio, destaca-se o fato que estas ferramentas são desenvolvidas por empresas fornecedoras de compressores alternativos, possuindo restrições ao universo de soluções disponíveis em seus portfólios de produtos.

A comparação inicia-se com o estabelecimento de critérios técnicos e de uso, listados na Tabela 1. Cada ferramenta foi confrontada com estes critérios, de tal forma que se pôde avaliar as principais características e requisitos deste tipo de ferramenta, como apresentado na Tabela 1. A análise foi estabelecida utilizando o seguinte método para cada parâmetro:

ótimo 02 (dois) sinais de positivos (+),
bom 01 (um) sinal de positivos (+),
regular 01 (um) sinal de negativo (-),
ruim 02 (dois) sinais de negativo (-).

Somando-se a pontuação de cada ferramenta, verifica-se que o software *Dr. Size* apresentou-se mais completo e amigável, mesmo não incorporando as análises de tensão e de fadiga.

Tabela 1. Tabela de comparação entre softwares

Parâmetros Observados	ARIEL	DR. SIZE	THUMPER
Interface com o usuário	+	++	-
Nº de estágios permitidos	++ (12)	+(4)	+(4)
Seleção automática de estágios	-	+	-
Flexibilidade em sistemas de unidades	+	+	+
Flexibilidade de entrada de diferentes gases	+	+	+
Simulação das perdas de carga nas válvulas	+	+	+
Análise de fadiga	-	-	+
Análise de tensão	-	-	+
Gráfico de reversão de carga (lubrificação pino)	-	+	+
Gráficos de pressão	+	+	+
Gráficos de força	+	+	+
Gráficos de temperatura	+	+	+
Análise de forças, momento e inércia	+	+	+
Comparação com as normas	+	+	-
Acesso à metodologia de cálculo utilizada	-	-	-

A utilização dos três softwares indicou o caráter preponderantemente termodinâmico e de pré-dimensionamento dos mesmos. Evidenciou-se a necessidade de um software que pudesse ser utilizado para uma concepção inicial de um novo compressor e que fornecesse dados relevantes tanto na parte térmica como estrutural. Além disto, verificou-se que:

- ✓ **Softwares para seleção** - A maioria dos softwares é concebida apenas para seleção de compressores de um determinado fabricante, ou seja, a flexibilidade do software se restringe às modificações de um determinado modelo ou série de compressores;
- ✓ **Versão demo** – O software *Thumper* analisado é uma versão de demonstração, não permitindo acesso a todas as funções e relatórios, bem como, não permitindo simulação com diferentes dados;
- ✓ **Falta de documentação** - A falta de acesso aos manuais ou referências também dificultou a análise;

5. ABORDAGEM DE DESENVOLVIMENTO

A implementação desta ferramenta apoiou-se nos conceitos de Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP), que preconizam a simultaneidade das atividades e a interdisciplinaridade. Desta forma, os conceitos de DIP possibilitaram a implementação de uma ferramenta computacional que padroniza e acelera os cálculos de pré-dimensionamento destes equipamentos. Para tanto, desenvolveu-se uma metodologia de cálculo termodinâmico e estrutural para compressores alternativos, de múltiplos estágios de compressão e com permutadores a ar (Figura 2).

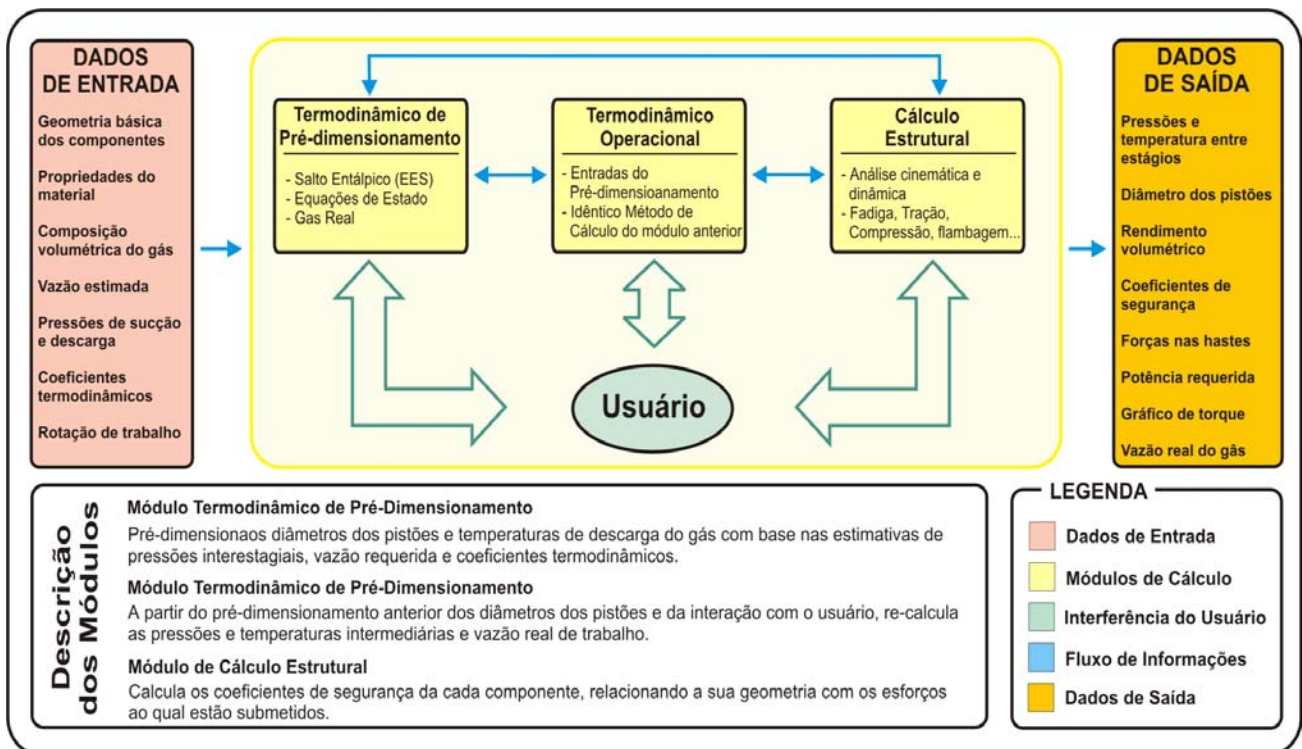


Figura 2. Fluxo de Cálculo da Ferramenta

Como pode ser observado na Figura 2, a ferramenta está dividida em três módulos principais: Termodinâmico de Pré-dimensionamento, Termodinâmico Operacional e o módulo Estrutural. O módulo Termodinâmico de Pré-Dimensionamento é utilizado pelo usuário para uma estimativa inicial das dimensões dos pistões e cilindros, temperatura de descarga de cada estágio, torque e potência necessária para acionamento do compressor e forças nas hastes. Já o Termodinâmico Operacional é utilizado pelo usuário tanto para o dimensionamento final do compressor, considerando as restrições de fabricação e normas existentes, quanto para avaliação de operação para condições diferentes daquelas previstas no pré-dimensionamento. No terceiro módulo, referente ao cálculo estrutural, verifica se o pré-dimensionamento feito na etapa termodinâmica atende critérios de resistência. Nele, os componentes críticos do compressor são analisados em referência aos esforços solicitantes de tração, compressão, flambagem, torção e fadiga. Os três módulos de cálculo são integrados por um módulo principal, que faz a interface do usuário com a ferramenta computacional.

A plataforma utilizada para a implementação desta ferramenta foi o *Engineering Equation Solver (EES)*⁽¹⁷⁾. Pois, além de resolver sistema de equação linear, não-linear e diferencial, o EES também possui um conjunto de sub-rotinas desenvolvidas com as equações de estado para gases reais e tabelas contendo as principais propriedades termodinâmicas de diferentes gases.

Nas Figuras 3 e 4, apresentam-se algumas telas de interface da ferramenta com o usuário para as simulações termodinâmica e estrutural, com o resultado final podendo também ser exportado para um arquivo texto em forma de relatório.

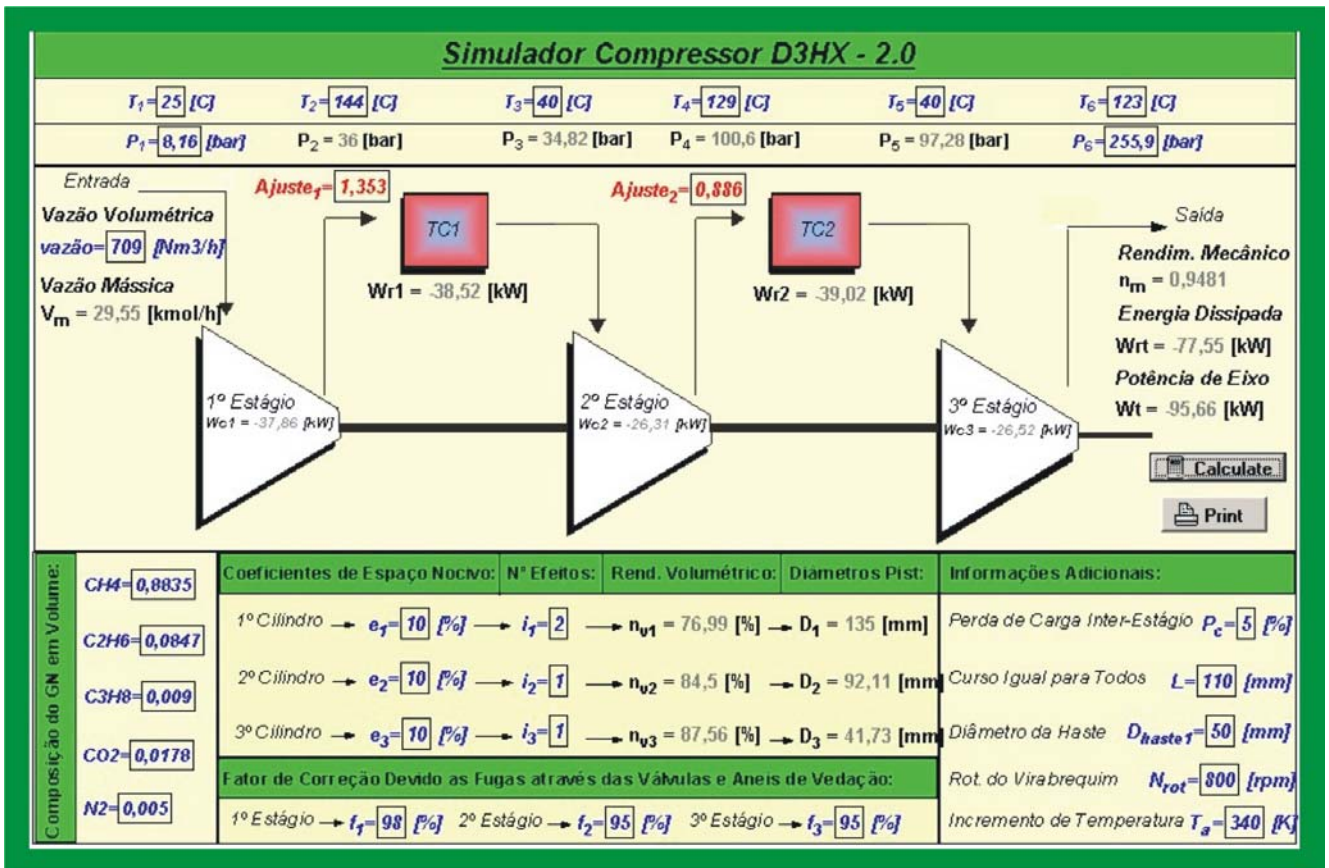


Figura 3. Ambientes de trabalho da ferramenta de cálculo – Termodinâmica de Pré-Dimensionamento e Operacional.

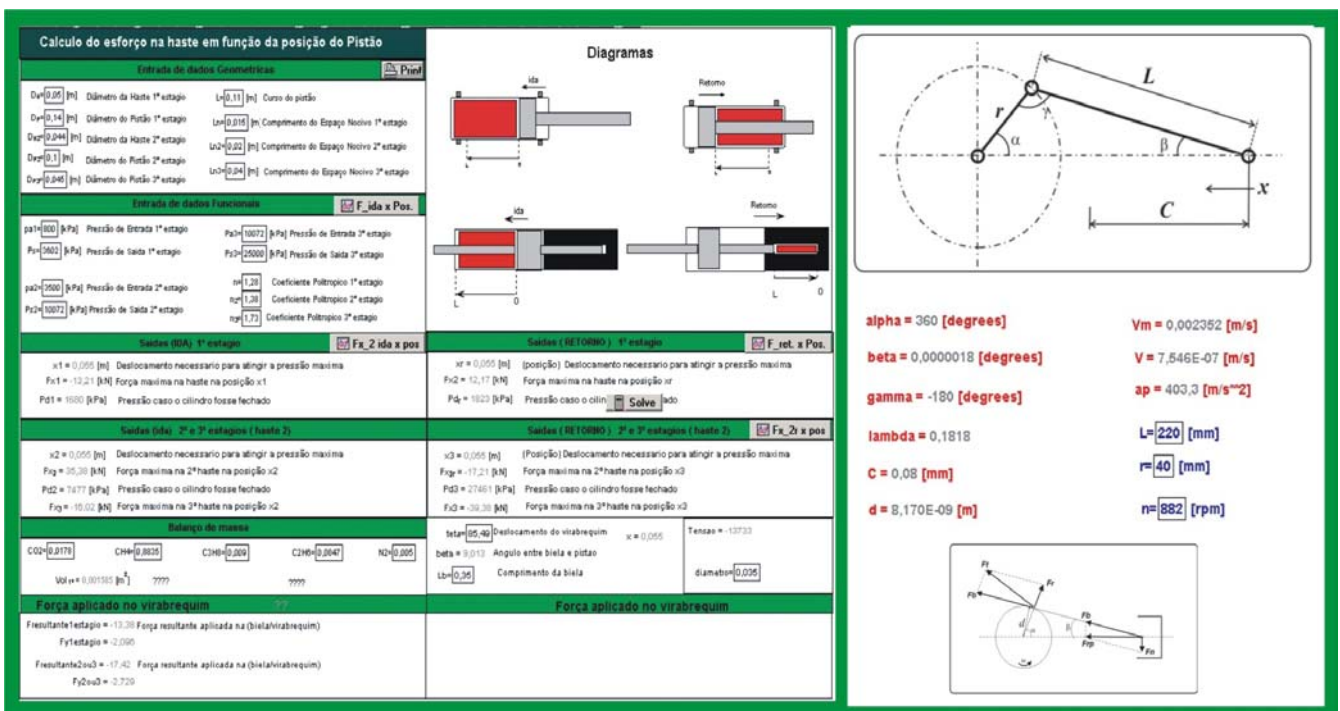


Figura 4. Ambientes de trabalho da ferramenta de cálculo – Cálculo Estrutural

6. VALIDAÇÃO

A validação iniciou-se com o módulo Termodinâmico de Pré-dimensionamento, através da confrontação dos dados simulados com os dados geométricos e térmicos coletados numa memória de cálculo fornecida pela empresa parceira⁽¹⁸⁾. A memória de cálculo refere-se ao dimensionamento de compressor alternativo de três estágios de compressão com permutador de calor intermediário e final, destinado à compressão de gás natural veicular. Os parâmetros confrontados são apresentados na Tabela 2. Estes dados foram comparados para as mesmas condições de vazão, pressões, coeficientes de espaço nocivo e tipo de gás.

Tabela 2. Confronto de dados simulados com os dados de projeto.

Modelo D3H8/7	
Parâmetros analisados:	Desvio Relativo
Diâmetro pistão 1º stg.	7,20%
Diâmetro pistão 2º stg.	0,44%
Diâmetro pistão 3º stg.	8,35%
Temp. de descarga isentrópica 1º stg.	3,35%
Temp. de descarga isentrópica 2º stg.	3,44%
Temp. de descarga isentrópica 3º stg.	10,82%
Potência isentrópica requerida	3,59%

Devido ao compromisso de sigilo estabelecido com a Empresa, apresentam-se, somente, os desvios relativos, sem se detalhar os valores absolutos destes parâmetros. Contudo, estes são suficientes para verificar que os resultados obtidos são aceitáveis, talvez com exceção do diâmetro do pistão do primeiro e terceiro estágios de compressão, que apresentaram desvios relativos de 7,20% e 8,35%, respectivamente. Outro desvio encontrado foi o cálculo da temperatura de descarga do terceiro estágio (10,82%). Isto se deve à diferença do método de cálculo entre a ferramenta e a memória de cálculo. A memória de cálculo utiliza um método que depende da condição de idealidade do gás, de tal modo que utiliza fatores de correção para gás real baseados em extrapolação, que são sensíveis ao aumento da pressão⁽¹⁹⁾, tal fato pode justificar os desvios entre a ferramenta e a memória de cálculo. Já a metodologia utilizada para a ferramenta de cálculo baseia-se em interpolações das propriedades termodinâmicas como entalpia, entropia, calor específico, volume específico e entre outras, obtidas experimentalmente, ou seja, considerando o gás real⁽²⁰⁾. O desvio encontrado no primeiro estágio deve ter suas causas na modelagem do pistão de duplo efeito, sendo então necessário um ajuste da modelagem matemática.

Por outro lado, não foi possível validar a ferramenta Termodinâmica Operacional utilizando os dados do compressor em operação, visto que, este apresentava irreversibilidades, decorrentes de falhas do seu processo de fabricação, não previstas na modelagem numérica, tais como vazamento de gás aquecido do terceiro para o segundo estágio. No que se refere ao Módulo de Cálculo Estrutural, o processo de validação consiste da comparação entre os resultados obtidos com a ferramenta e os resultados obtidos com o Método de Elementos Finitos, entretanto este processo ainda não foi concluído.

7. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou a concepção de uma ferramenta de apoio ao projeto preliminar de compressores alternativos com custo acessível às Pequenas e Médias Empresas (PMEs). O desenvolvimento desta ferramenta teve como princípios os conceitos estabelecidos na abordagem de Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP). Além disto, faz parte da proposta metodológica de difusão dos conceitos de DIP em PMEs (DIPME).

O processo de desenvolvimento baseou-se na análise de ferramentas similares e na interação entre as características termodinâmicas e estruturais. Desta forma, procurou-se identificar as

principais características que a ferramenta deveria possuir, além da co-ocorrência de atividades de modelagem e simulação de diferentes características de um compressor alternativo. Por outro lado, a plataforma escolhida para a implementação (*Engineering Equation Solver (EES)*⁽¹⁷⁾) possibilitou à equipe focar nas demandas de funcionalidades e no desenvolvimento do núcleo da ferramenta de forma modular e integrada.

No que se refere à validação, encontrou-se dificuldade na verificação de todos os módulos da ferramenta, quer seja pela comparação com ferramentas similares, quer seja pela comparação com um compressor em operação. No primeiro caso, as ferramentas similares originam-se de empresas que vendem compressores, atuando como ferramentas de seleção de modelos de equipamentos, ou seja não fornecendo informações detalhadas de dimensionamento. No segundo caso, as irreversibilidades provocadas durante o processo de fabricação provocaram novos fatores que fugiram aos objetivos deste trabalho. Desta forma, comparam-se os resultados do Módulo de Pré-Dimensionamento com uma memória de cálculo, nesta comparação verificou-se baixos desvios dos principais parâmetros utilizados para a validação.

Os próximos passos deste trabalho são: completar a modelagem matemática, introduzindo os cálculos e simulação de trocas térmicas; introduzir variáveis de fabricação; complementar o cálculo estrutural com parâmetros de norma; validar a ferramenta completa, e por fim, desenvolver funcionalidades e interfaces que potencialize o uso da ferramenta pela empresa parceira.

8. AGRADECIMENTOS

Este trabalho tem o apoio do conselho nacional de pesquisa (CNPq), da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) através do programa CT – Verde e Amarelo e da empresa Movitec Compressores LTDA.

9. REFERÊNCIAS

1. PUGH, S. **Total design: integrated methods for successful product engineering**. Addison Wesley, 1991.
2. CLARK, K. B. and T. FUJIMOTO. **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry**. Harvard Business School Press. Boston, Mass, 1991.
3. SKALAK, S. C. *et al.* **Defining a product development methodology with concurrent engineering for small manufacturing companies**. Journal of Engineering Design, Dezembro, vol. 8, Issue 4, p.305-329, 1997.
4. OGLIARI, A. **Sistematização da concepção de produtos auxiliada por computador com aplicações no domínio de componentes de plástico injetado**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.
5. CLAUSING, D. **Total quality development: a step-by-step guide to world-class concurrent engineering**. AsmePress. New York, 1993.
6. MARCH-CHORDA, I, GUNASEKARAN, A. e LLORIA-ARAMBURO, B. **Product development process in spanish smes: an empirical research**. Reprint: Gunasekaran A Univ Massachusetts, Dept Management, N Dartmouth, MA 02747 USA, 2002.
7. STARBEK, M and J GRUM. **Concurrent engineering in small companies**. Reprint: Grum J Univ Ljubljana, Fac Mech Engn, Ljubljana 61000, Slovenia, 2002.
8. POST, G.J. *el al.* **Indicators for establishing sme product development networks**. Reprint: Post GJJ Eindhoven Univ Technol, Fac Technol Management, POB 513, NL-5600 MB Eindhoven, Netherlands, 2001.
9. CAILLAUD, E. e PASSEMARD, C. **Cim and virtual enterprises: a case study in a sme**. Reprint: Caillaud E Ecole Mines Alibi Carmaux, Ctr Genie Ind, Campus Jarlard,Route de Teillet, F-81013 Albi CT 09, France, 2001.

10. FILSON, A. e LEWIS, A. **Cultural issues in implementing changes to new product development process in a small to medium sized enterprise (sme)**. Reprint: Filson A Univ Wales Inst, Design Engn Res Ctr, Western Ave, Cardiff CF5 2YB, S Glam, Wales, 2000.
11. BITENCOURT, A. C. P.; LEPIKSON, H. A. E SANTOS, H. O Desenvolvimento Integrado de Produto aplicado em Pequenas e Médias Empresas. **Anais. 40. Congresso Brasileiros de Gestão do Desenvolvimento de Produtos**, Brasil, Gramado, 6 a 8 de outubro, 2003.
12. FINKELSTEIN, L. and A.C.W. FINKELSTEIN. **Review of design methodology. Proceedings: IEE-Science, Measurement and Techonology** 130(4), 213–221, 1983.
13. EVBUOMWAN, N.F.O., *et al.* **A survey of design philosophies, models, methods and systems. Proceedings: Institution of Mechanical Engineers** 21, 301–319, 1996.
14. MARIBONDO, J. F. **Desenvolvimento de uma metodologia de projeto de sistemas modulares, aplicada a unidades de processamento de resíduos sólidos domiciliares**. Tese de doutorado. Universidade de Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.
15. DRESSER-RAND. Dr. Size 2002. **D-R Sizing Application. Separable Sizing & Perfomance Program**, Version 3.1. Disponível em: < <http://www.dresser-rand.com/gfc/download.asp>>. Acesso em: 29 de agosto de 2004.
16. ARIEL CORPORATION. **Ariel Compressor Software Version 7.4**. Disponível em: <<http://www.arielcorp.com/EWEB/aadnloads.htm>>. Acesso em: 25 de agosto de 2004.
17. **Engineering Equation Solve Professional V7.011-3D**. Disponível em: <<http://www.fchart.com>>. Acesso em: 29 de agosto de 2004.
18. Vibracon Engenharia, **Memória de Cálculo do Compressor D3H8/7 para Estação de Gás Natural Veicular**. 2003
19. Stouffs, P., Tazerout, M. and Wauters, P. Thermodynamic analysis of reciprocating compressors. 2000. **int. J. therm. Sci.**, v. 40, p. 52-66, 2001.
20. Younglove, B.A. and Ely, J. F. Thermophysical Properties of Fluids. II Methane, Ethane, Propane, Isobutane and Normal Butane, **J. Phys. Chem. Ref.**, v. 16, n. 4, 1987.

DEVELOPMENT OF A TOOL THAT SUPPORT THE PRELIMINARY PROJECT OF RECIPROCATING COMPRESSOR

Hugo de Oliveira Dias Filho

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, hugodias@ufba.br

Alberto Canovas Filho

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, betocanovas@terra.com.br

Roberto Guimarães de Sousa

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, rgs@ufba.br

Tiago Simões Dias

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, tsdias@uol.com.br

Antônio Carlos Peixoto Bitencourt

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, acpbiten@ufba.br

Ednildo Andrade Torres

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, ednildo@ufba.br

Herman Augusto Lepikson

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Bahia, Rua Aristides Novis, 2, Federação, 40210630, herman@ufba.br

***Abstract.** The application of the Integrated Product Development (IPD) methodology in Small and Medium Enterprises (SMEs) is increasing supported by adoption of prescriptive design's methodologies, mainly, when developing tools that can be used to attend specific SMEs' demands, at the same time that its construction and use include the IPD's principles. This work aims to present development and application of a low cost tool, that support the embodiment design of reciprocating compressors and that can be used by small and medium enterprises, following the concepts and principles of IPD.*

***Keywords.** Preliminary Project, Computational Tool, Thermodynamic, Structural Calculation, Compression Station, Nature Gas.*