

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
ROBERSON MAGNE

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS CENTRAIS DE VÁCUO CLÍNICO

LAGES
2018

ROBERSON MAGNE

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS CENTRAIS DE VÁCUO CLÍNICO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Prof. Msc. Silvio Moraes de Oliveira

LAGES

2018

Monografia apresentada ao Centro Universitário Facvest – UNIFACVEST, como requisito necessário para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Roberson Magne
NOME DO ALUNO

Análise da Eficiência das Centrais
de Vácuo Clínicas
TÍTULO DO TRABALHO

BANCA EXAMINADORA:

Msc. Silvio Moraes de Oliveira
Titulação e nome do Orientador(a)

Francieli Lima de Sá, Dra.
Titulação e nome do Avaliador (a).

Robson Lantada
Titulação e nome do Avaliador (a).

Francieli Lima de Sá, Dra.
Coordenador (a) Prof. (a). Titulação e nome da Coordenador (a).

Lages, 12 de dezembro de 2018.

Dedico este trabalho aos meus familiares,
amigos e todos que tiveram ao meu lado
durante essa grande caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço todos os dias ao grande Senhor por proteger o meu caminho, a minha família mais que especial e a minha namorada.

Agradeço também, à família UNIFACVEST que me deu a oportunidade de ser um Engenheiro, e aos professores Silvio Moraes de Oliveira e Franciéli Lima de Sá, pelo suporte na execução deste trabalho final.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Hospitais e clínicas.....	13
Figura 2 - Aspiração de cânulas.....	14
Figura 3 - Central de vácuo clínico do hospital de clínicas da UNICAMP.....	15
Figura 4 - Esquema de instalação de vácuo clínico.....	16
Figura 5 - Aspirador modelo 089/am e 089/ame Fanem.....	19
Figura 6 - Análise das bombas de vácuo clínico Atlas Copco.....	21
Figura 7 - Bomba de vácuo com refrigeração por água com retorno.....	23
Figura 8 - Orçamento fornecido pelo representante da Ehl bombas de Minas Gerais....	24
Figura 9 - Funcionamento bomba de palheta lubrificada.....	26
Figura 10 - Central de vácuo clínico de palheta analisada	26
Figura 11 - Funcionamento bomba parafuso com inversor de frequência.....	28
Figura 12 - Orçamento fornecido pela Atlas Copco.....	29
Figura 13 - Identificação.....	32
Figura 14 - Aspiradores de rede com frasco vidro.....	34
Figura 15 - Painel de alarme de vácuo.....	35
Figura 16 - Painel para UTI / leitos.....	36
Figura 17 - Filtro bacteriológico para aplicações hospitalar e odontológica.....	37
Figura 18- Tarifa CELESC do custo do kWh.....	39
Figura 19- Conjunto motor e bomba de vácuo.....	40
Figura 20 - Tarifaria vigente do custo por m ³ de água.....	42
Figura 21 - Bomba de Vácuo de Palheta analisada.....	43
Figura 22 - Bomba de vácuo de parafuso com inversor de frequência ghs350vsd+.....	44

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas
ANVISA- Agência Nacional De Vigilância Sanitária
CLP- Controlador Lógico Programável
CV- Cavalo-Vapor
EAS- Estabelecimento Assistencial Saúde
HP - Horsepower
NBR- Normas Brasileiras
RDC- Resolução Da Diretoria Colegiada
SUS - Sistema Único De Saúde
USP- Universidade De São Paulo
UTI- Unidade De Terapia Intensiva

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo de oxigênio, ar comprimido, vácuo e óxido nitroso.....	18
Tabela 2 - Motor bomba de anel líquido analisada.....	25
Tabela 3 - Dados técnicos da bomba de anel líquido EHL VN-150.....	25
Tabela 4 - Bomba de palheta lubrificada analisada.....	27
Tabela 5 - Dados técnicos da Bomba de palheta lubrificada.....	27
Tabela 6 - Bomba de vácuo de parafuso com inversor de frequência.....	29
Tabela 7 - Dados técnicos da Bomba de vácuo de parafuso com inversor de Frequência.....	31
Tabela 8 – Características Dimensionais dos tubos da rede de distribuição.....	31
Tabela 9 – Cor de identificação do gás e vácuo.....	32
Tabela 10 - Dados técnicos do retirados do catálogo da bomba de anel líquido.....	41
Tabela 11 - Vazão em m ³ /h bomba de anel líquido.....	41
Tabela 12 - Dados técnicos do catálogo da bomba de vácuo de palheta lubrificada.....	43
Tabela 13 - Potência motora em CV da bomba de vácuo de palheta lubrificada.....	43
Tabela 14 - Dados técnicos do catálogo da Bomba de Vácuo de Parafuso com inversor de frequência.....	45
Tabela 15 - Potência motora em CV da Bomba de Vácuo de Parafuso com inversor de frequência.....	45
Tabela 16 - Três Centrais de vácuo clínico analisadas.....	46

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS CENTRAIS DE VÁCUO CLÍNICO

Roberson Magne¹

Silvio Moraes de Oliveira²

RESUMO

Uma Central de Vácuo Clínico tem uma importância fundamental em uma unidade hospitalar, pois ela é responsável pela geração de vácuo, que é usado em todos os setores do hospital e caso ocorra algum tipo de problema no sistema, poderá prejudicar todos os que estiverem conectados a rede. Seu objetivo é aspirar líquidos e escórias moles do paciente através de um tubo com reservatórios que estão conectados às redes de vácuo. A central deve estar de acordo com as normas da ANVISA (Agência Nacional De Vigilância Sanitária) e deve ser composta por no mínimo duas bombas de vácuo, pois caso uma delas apresente problema a outra poderá realizar o trabalho sem que comprometa a pressão de vácuo na rede, as normas estabelecem fatores de como deve ser uma central de vácuo clínico e seu funcionamento. O presente trabalho tem o objetivo de analisar através de referências bibliográficas e dados técnicos, o consumo de energia elétrica das bombas de vácuo clínico que compõe todo esse sistema. Também serão estudadas as normas que estabelecem esse tipo de processo, pois algumas centrais geradoras de vácuo ainda se encontram desatualizadas. Foram analisadas nesse trabalho, três diferentes tipos de centrais de vácuo clínico: de Anel Líquido, Palheta e Parafuso. Esta análise poderá ajudar na troca de uma central de Anel Líquido, ainda utilizada em algumas instalações hospitalares, pois esse tipo de central consome uma quantidade muito grande de água no seu processo de geração de vácuo e seu acionamento elétrico é normalmente realizado por uma partida estrela-triângulo, verificando as vantagens e desvantagens dos sistemas e suas eficiências aliados ao fato de tratamento da água descartada exigida atualmente pela ANVISA, que não fazia parte da implantação original destas centrais.

Palavras-chave: Sistema de Vácuo. Eficiência Energética. Bomba de Vácuo.

¹ Acadêmico da 10ª fase do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNIFACVEST.

² Engenheiro Eletricista, Mestre em Engenharia Elétrica, Professor do Centro Universitário UNIFACVEST

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF CLINICAL VACUUM CENTERS

Roberson Magne¹

Silvio Moraes de Oliveira²

ABSTRACT

A Clinical Vacuum Central is of fundamental importance in a hospital unit because it is responsible for the generation of vacuum, which is used in all sectors of the hospital and in the event of any type of problem in the system, it can harm all those who are connected to network. Its purpose is to aspirate patient fluids and slags through a tube with reservoirs that are connected to the vacuum networks. The plant must comply with ANVISA (National Health Surveillance Agency) standards and must be composed of at least two vacuum pumps, because if one of them presents a problem, the other can perform the work without compromising the vacuum pressure in the network, the standards establish factors of as should be a clinical vacuum central and its operation. The present work has the objective of analyzing, through bibliographical references and technical data, the electric energy consumption of the clinical vacuum pumps that make up this whole system. The rules that establish this type of process will also be studied, as some vacuum generating stations are still outdated. Three different types of clinical vacuum centers were analyzed: Liquid Ring, Reed and Screw. This analysis may help in the exchange of a Liquid Ring, still used in some hospital facilities, as this type of plant consumes a very large amount of water in its vacuum generation process and its electric drive is usually performed by a star -triangle, verifying the advantages and disadvantages of the systems and their efficiencies allied to the fact that ANVISA currently discarded water treatment, which was not part of the original implantation of these plants.

Keywords: Vacuum system. Energy Efficiency. Pump vacuum.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivos.....	11
1.2	Justificativa.....	12
1.3	Aplicações	12
1.4	Metodologia.....	12
2	VÁCUO CLÍNICO	13
2.1	Central de vácuo clínico	14
2.2	Demanda De Vácuo Clínico De Uma Unidade Hospitalar	17
2.3	Aspirador Cirúrgico.....	19
3	BOMBA DE VÁCUO CLÍNICO	21
3.1	Bomba de anel líquido.....	22
3.2	Bomba de palheta	25
3.3	Bomba de parafuso com inversor de frequência.....	27
4	REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE VÁCUO CLÍNICO	31
4.1	Infraestrutura	31
4.2	Válvulas e recipientes de Vácuo Clínico.....	33
4.3	Controle do sistema de Vácuo Clínico e Alarme	34
4.4	Postos de Utilização	35
4.5	Filtros do sistema de Vácuo Clínico.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
6	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	49
	ANEXOS.....	52

1 INTRODUÇÃO

O vácuo está presente em boa parte dos processos industriais e clínicos, ele é responsável por retirar o ar ou o gás do sistema, através de bombas de vácuo conectado a rede. Já o Sistema de Vácuo Clínico é responsável pela higiene dos setores e dos pacientes, pois todos os líquidos e escórias moles são aspirados e armazenados em um recipiente conectado à rede, e muito usado em hospitais, clínicas, consultórios odontológicos e outras unidades que necessitam desse procedimento. Todo o vácuo hospitalar deve obedecer às normas do ministério da saúde vigente. Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de diminuir a perda com a geração do vácuo, analisando a eficiência de cada central e seu potencial, todas as centrais devem estar em conformidade com a RDC 50 e a NBR 12.188. Foram analisadas as três centrais para comparar a potência e vazão de cada uma, pois alguns hospitais e clínicas ainda utilizam a central de anel líquido para geração de vácuo clínico, esse tipo de central utiliza água no processo, dessa forma sua potência motora é superior, no qual resulta em uma demanda maior de energia elétrica. Já a central de parafuso com inversor de frequência pode ser mais eficiente, pois não utiliza água em seu processo de geração de vácuo, e seu acionamento e controle de vazão é realizado por inversor de frequência. Todo o estudo foi realizado por revisão bibliográfica e dados técnicos fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos, após a obtenção dos dados, será analisado a potência motora, vazão e o consumo de água das três centrais de vácuo clínico, dessa forma foi feita uma análise da eficiência de cada central de Vácuo Clínico, podendo auxiliar caso ocorra uma suposta troca do sistema analisado.

1.1 Objetivos

Objetivo Geral

Analisar a eficiência das três diferentes centrais de vácuo clínico, comparando a potência e vazão de cada uma delas, a partir de dados técnicos e revisão bibliográfica

Objetivos Específicos

- Avaliar a Central de Vácuo Clínico e sua eficiência;
- Analisar quais são as vantagens e desvantagens de cada Central de Vácuo Clínico;
- Analisar a potência e vazão de cada Central de Vácuo Clínico, e o consumo de água de cada uma delas.

1.2 Justificativa

Uma Central de Vácuo Clínico tem uma suma importância para uma boa higiene de clínicas, hospitais e consultórios odontológicos, seu funcionamento deve ser contínuo, pois caso ocorra erros ou falhas o que estará em jogo é a vida dos pacientes, dessa forma veio à necessidade de implantar um sistema de vácuo clínico mais confiável e eficiente.

1.3 Aplicações

Esse tipo de central de vácuo clínico é fundamental para uma unidade hospitalar, ela também pode ser encontrada em clínicas e consultórios odontológicos, ela é responsável pela higiene do setor e do paciente, pois todo o material aspirado como líquidos e escórias moles é depositado no interior de um reservatório conectado à rede de vácuo clínico. Também faz parte dos processos de intubações de pacientes em setores como UTI adulto e UTI neonatal, já em consultórios odontológicos sua função é aspirar líquidos do paciente durante procedimentos e cirurgias.

1.4 Metodologia

A pesquisa foi realizada com dados qualitativos, com base em livros, artigos, dados técnicos e orçamentos fornecidos pelos fabricantes de equipamentos hospitalares.

2 VÁCUO CLÍNICO

O Vácuo Clínico é fundamental para o funcionamento e higiene de uma unidade Hospitalar, pois com esse sistema é possível coletar líquidos e materiais contaminantes dos pacientes, diminuindo o risco de contaminação do profissional da saúde e os demais pacientes.

O vácuo medicinal é usado principalmente para aspiração de secreções de pacientes. A sucção proporcionada por ele arrasta o material biológico, que será depositado em reservatório específico (frasco de aspiração) para tal fim. Entretanto, secreções em forma de aerossóis são arrastadas junto com o ar ambiente para dentro da tubulação, sendo levado até a central de vácuo. Uma vez na central de vácuo, ele é lançado ao ar ambiente. Esse é um importante fator a ser controlado neste tipo de instalação. (BRASIL, 2003, p.103)

A figura 1 representa alguns setores de uma unidade hospitalar.

Figura 1: **Hospitais e Clínicas.**



FONTE: (AIR LIQUIDE HEALTHCARE, 2018)

Como visto na figura anterior o vácuo clínico está presente em quase todos os setores de uma unidade hospitalar.

Segundo Barros, (2016, p.95) o vácuo clínico é um dos principais itens para o funcionamento de uma unidade hospitalar, pois todo o material sugado fica armazenado em

recipiente conectado a rede, diminuindo o risco de contaminação do paciente. Outro item fundamental é a respeito da manutenção preventiva do equipamento, para não haver o risco de falha e um bom funcionamento da central de vácuo clínico.

Como podemos ver na figura seguinte, a profissional da saúde está simulando a prática de aspiração do paciente por vácuo clínico.

Figura 2 : Aspiração de cânulas.



Fonte: (USP, 2018).

2.1 Central de vácuo clínico

Uma central de vácuo clínico é responsável por manter toda a rede de vácuo clínico em funcionamento, por isso ela deve ser composta por no mínimo duas bombas de vácuo, caso uma bomba pare a outra deve manter o sistema funcionando, por isso ela é de extrema importância para uma unidade hospitalar.

Uma central de vácuo clínico foi idealizada para atender na prestação e auxílio de serviços em ambientes da área da saúde, como as UTIs, emergências, serviços de terapia, centros cirúrgicos, unidades coronárias e em setores de neonatal. A central de vácuo clínico é formada por bombas, que precisam ter uma alta potência para ter o máximo de aproveitamento quando utilizado. É preciso que a central de vácuo clínico trabalhe de forma alternada ou de modo equiparável em situações de

urgências e também devem estar localizadas de forma que permaneçam intactas e prontas para o uso. (VACUOLO, 2018).

Para garantir um bom funcionamento da rede de vácuo clínico, a central deve manter uma determinada pressão na rede, e dessa forma todos os setores serão atendidos sem comprometer a segurança dos pacientes.

“O sistema de vácuo deve ser projetado para manter uma pressão abaixo da pressão atmosférica de no mínimo 39,97 kPa (300 mm Hg) e 61,33 kPa (460 mm Hg) de pressão absoluta máxima nos postos de utilização mais distantes da central de vácuo”. (ABNT, 2003, p.9).

A figura 3 apresenta uma central de vácuo clínico que segue as normas NBR 12.188, assegurando mais confiabilidade e eficiência ao sistema de vácuo clínico.

Figura 3: Central de Vácuo Clínico do Hospital de Clínicas da UNICAMP.



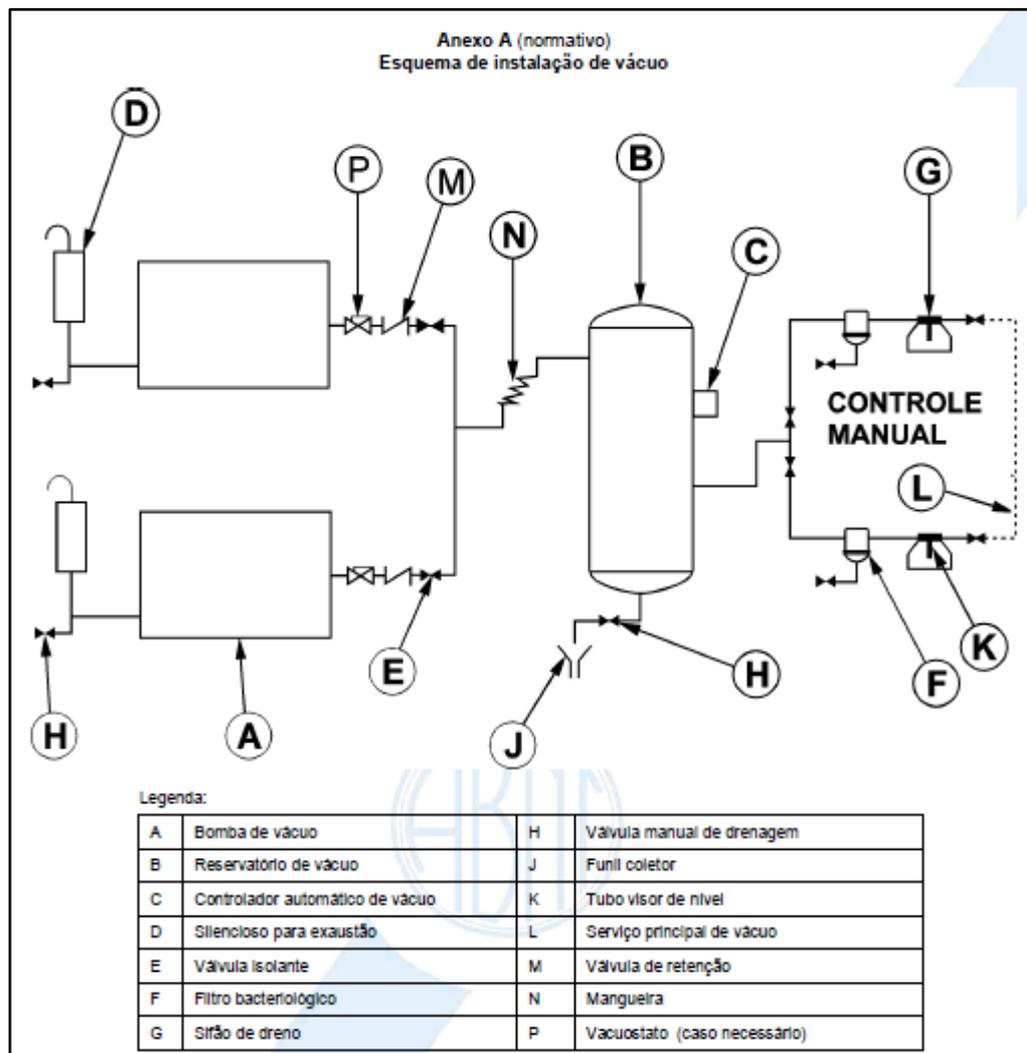
Fonte: (UNICAMP, 2015).

Segundo Barros (2016, p.96), uma central de vácuo clínico é composta por duas bombas, podendo ser do tipo palheta rotativa ou parafuso, devendo haver um controlador central e caso uma apresente problema a outra entra em funcionamento, devendo satisfazer a demanda de vácuo. Todo o sistema deve obedecer à norma NBR 12.188 que diz a respeito à central de vácuo clínico.

“No caso de um sistema com duas bombas ou mais a capacidade destas deve ser tal que 100% do consumo máximo provável possa ser mantido por uma bomba reserva.” (ANVISA, 2002, p.123).

Como podemos ver na figura anterior, uma central de vácuo clínico é composta por no mínimo duas bombas, filtros, reservatório de vácuo clínico, quadro de comando e controle do sistema elétrico. Conforme pede a norma NBR 12.188 e a figura 4.

Figura4: Esquema de instalação de vácuo clínico.



Fonte: (NBR 12.188, 2003, p.13).

Conforme ANVISA (2006, p.24), todas centrais de gases medicinais de oxigênio, ar comprimido, óxido nitroso e vácuo clínico destinado à saúde, devem seguir a norma de instalação NBR 12.188 e a RDC n.º 50, de 21 de fevereiro de 2002.

NBR 12188 de 2003 – (Sistemas centralizados de oxigênio, ar, óxido nitroso e vácuo para uso). Esta Norma estabelece os requisitos para a instalação de sistemas centralizados de suprimento de oxigênio, óxido nitroso, ar e de produção de vácuo, para uso medicinal em estabelecimentos assistenciais de saúde. (NBR 12.188, 2003, p.1).

Já para construção e reformas de EAS (Estabelecimento Assistencial Saúde) devemos seguir a RDC n°50 de 2002.

Resolução – RDC n° 50, de 21 de fevereiro de 2002 – (Regulamento Técnico Para Planejamento, Programação, Elaboração E Avaliação De Projetos Físicos De Estabelecimentos Assistenciais De Saúde). Todos os projetos de estabelecimentos assistenciais de saúde-EAS deverão obrigatoriamente ser elaborados em conformidade com as disposições desta norma. Devem ainda atender a todas outras prescrições pertinentes ao objeto desta norma estabelecidas em códigos, leis, decretos, portarias e normas federais, estaduais e municipais, inclusive normas de concessionárias de serviços públicos. Devem ser sempre consideradas as últimas edições ou substitutivas de todas as legislações ou normas utilizadas ou citadas neste documento. (ANVISA, 2002, p.3).

2.2 Demanda de Vácuo Clínico de uma unidade hospitalar

Todo o vácuo clínico gerado pela central é distribuído pela rede de vácuo clínico até chegar ao paciente, cada setor do hospital deve estar de acordo com a norma de instalação NBR 12.188 e a RDC n.º 50, através dela é possível determinar a quantia de vácuo clínico que cada ponto ira utilizar.

Ainda para fins de determinar os valores de demanda, considere como áreas de maior consumo as salas cirúrgicas, de citoscopia, emergência, UTI e as salas de procedimentos especiais; como de menor consumo as de autópsia, unidades de diálise, enfermarias, terapia respiratória. (ANVISA, 2003, p.104).

É de extrema importância saber a demanda de vácuo clínico da unidade hospitalar, pois é ela que garante a pressão necessária da rede, quando mal dimensionada pode ocorrer queda na pressão e falha no sistema.

O consumo total é calculado com base nos consumos parciais das diversas unidades e ambientes do EAS, sendo:

- . Vácuo Clínico. Unidade de Internação Geral - um ponto para cada dois leitos e um ponto por leito isolado.
- . Unidade de Internação Geral de Recém-Nascido - um ponto para cada quatro berços e um ponto por incubadora.
- . Unidade de Internação Intensiva - um ponto por incubadora/berço ou leito.
- . Centro Cirúrgico - um ponto em cada sala de cirurgia e um ponto por incubadora/berço ou leito na sala de indução anestésica e na sala de recuperação pós anestésica.
- . Centro Obstétrico - um ponto em cada sala de parto, sala de cirurgia, sala de indução anestésica e sala de recuperação pós anestésica.

O consumo dos pontos de utilização nas Unidades de Internação Geral, Central de Material Esterilizado é de 1,5 m³/hora, e nas Unidades de Internação Intensiva, atendimento Imediato, Centro Cirúrgico e Centro Obstétrico é de 3,5 m³/hora. (BRASIL, 1994, p.127-128).

É possível dimensionar a demanda em litros por minutos de vácuo clínico que cada posto vai utilizar com auxílio da figura a seguir.

Tabela 1: Consumo De Oxigênio, Ar Comprimido, Vácuo E Óxido Nitroso

Demanda (litros/minuto) por Posto de Utilização

Local	Valores de referência para dimensionamento de Re-de			
	Oxigênio	Óxido Nitroso	Vácuo Clínico	Ar Comprimido Medicinal
Sala de inalação	20	-	-	20
Consultório odontologia	-	-	-	30
Sala de suturas/curativos	20	-	-	-
Sala de isolamento da emergência	20	-	-	60
Sala Observação, da emergência	60	-	-	60
Sala de procedim. Invasivos da emerg.	60	8	-	60
Sala de emergência	60	-	60	60
Quarto/enfermaria	20	-	30	20
Sala de exames e curativos-internação	20	-	-	20
Sala de exames e curativos-queimados/Balneoterapia	60	8	60	60
Área de cuidados e higienização de RN	60	-	-	60
Sala de Raio-X intervencionista	60	8	60	60
Sala de Raio-X geral	60	-	60	-
Sala hemodinâmica	30	-	-	30
Sala de exames de tomografia, RMN	60	8	-	60
Salas ultra-sonografia	60	-	-	-
Sala de exames de medicina nuclear	60	-	-	-
Sala de exames endoscópicos	30	-	-	30
Sala de indução e recuperação pós-anestesia	60	-	60	60
Sala preparo anestésico	-	-	-	-
Sala de cirurgia	60	8	60	60
Sala de pré-parto	30	-	-	30
Sala de parto	60	8	60	60
Área de assistência de recém-nascidos	60	-	-	60
Sala/quarto de PPP	60	-	-	60
Sala de transfusão	60	-	-	-
Sala de radioterapia	60	-	-	-
Sala de aplicação de Quimioterápicos	60	-	-	60
Sala de T.Hemodialítico	20	-	-	-
Câmara individual de oxigenoterapia hiperb.	120	-	-	-
Câmara coletiva de oxigenoterapia hiper.	120	-	-	-

Obs: Condições normais de temperatura e pressão. Pressão 30 mm Hg de vácuo.

Fonte: (ANVISA, 2002, p.126)

De acordo com Vacuolo (2018), com a central de vácuo clínico é possível reduzir o consumo na geração de vácuo, pois uma central em perfeito funcionamento exclui outros tipos de geração de vácuo como Venturi ou aspiradores portáteis, pois esse tipo consome energia elétrica e oxigênio, além fazer muito barulho.

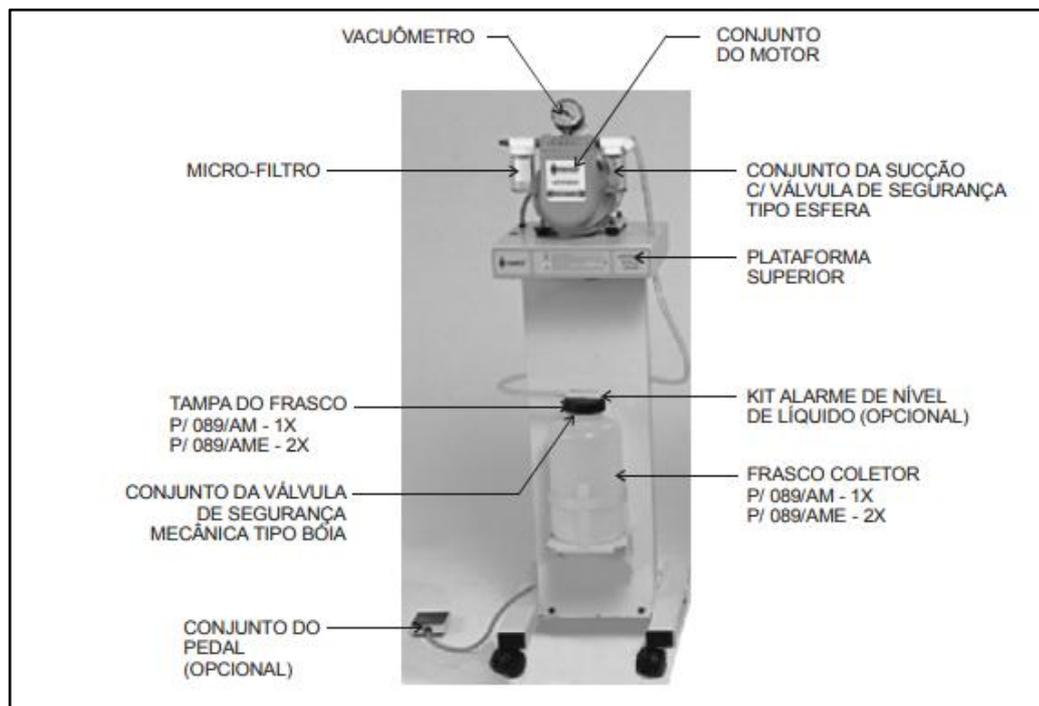
2.3 Aspirador Cirúrgico

Esse tipo de equipamento é obrigatório para geração de vácuo clínico quando ocorre uma falha no sistema de vácuo, ou quando o paciente necessita de cuidados especiais, com o aspirador portátil e possível gerar o vácuo apenas conectando o aparelho na rede elétrica.

As bombas devem estar ligadas ao suprimento de energia elétrica de emergência do estabelecimento de saúde. Quando a rede elétrica de emergência não abranger as bombas de vácuo, deve ser previsto um sistema de aspiração autônoma de emergência em locais como centro cirúrgicos, centro obstétrico, emergência/pronto-atendimento, unidades de terapia intensiva e outros onde se realizem procedimentos de risco. (NBR 12188, 2003, p.6).

A figura seguinte apresenta um aspirador cirúrgico portátil. Esse equipamento precisa de alguns acessórios para seu funcionamento.

Figura 5: Aspirador Modelo 089/AM e 089/AME Fanem.



Fonte: (FANEM, 06/07, p.6)

Esses equipamentos têm o funcionamento semelhante a central, e é composto por bomba, reservatório, vacuômetro, alarmes e filtros.

O movimento alternado do diafragma dentro da cabeça da bomba produz a pressão negativa e positiva de um diafragma de bomba. Estas pressões são mantidas pelo movimento do pistão e das válvulas de pressão e sucção. Na subida, a válvula de pressão irá abrir para permitir o fluxo de ar através do exaustor ou porta de pressão. Na descida a válvula de pressão fecha e a válvula de sucção abre, gerando vácuo ou criando uma pressão negativa, no lado da sucção. (ALLIED HEALTHCARE, 2018, p.3).

Com esse equipamento é possível produzir o vácuo clínico próximo do paciente, sendo de fundamental importância quando a central de vácuo clínico não atender a demanda.

“Ambos os sistemas, em função do consumo, podem ser atendidos de forma descentralizada, por meio de equipamentos colocados junto ao ponto de utilização, ou de forma centralizada, através de equipamento central. (ANVISA, 2002, p.123).”

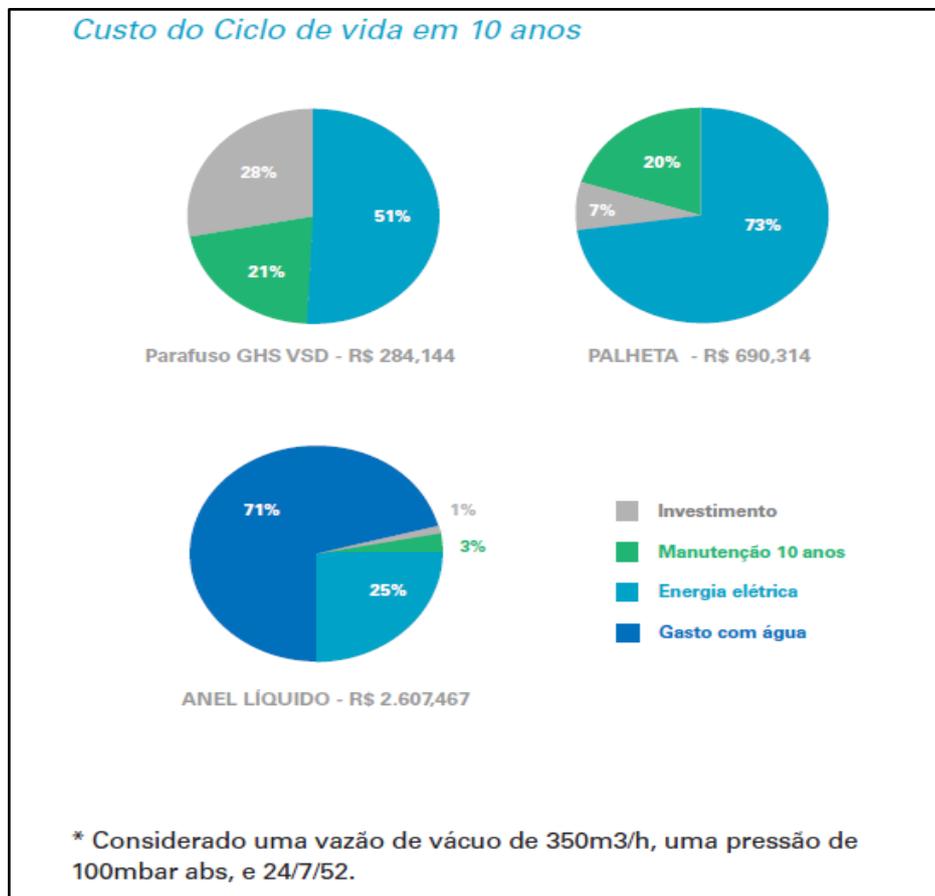
3 Bomba de Vácuo Clínico

A bomba de vácuo clínico tem a finalidade de gerar uma pressão na rede de vácuo, dessa forma o eixo do motor elétrico vai conectado ao eixo da bomba, e quando acionado o motor gira o eixo da bomba gerando o vácuo.

Bombas a vácuo e seus princípios de funcionamento: Uma bomba a vácuo é uma máquina que pode criar um vácuo em uma câmara de bombeamento de moléculas de gás para fora da câmara. As bombas a vácuo são usadas em uma ampla variedade de aplicações científicas e industriais, como parte de um processo maior, ou no teste de outros produtos. As bombas a vácuo foram disponibilizadas de alguma forma por aproximadamente 400 anos, embora as bombas contemporâneas sejam muito mais confiáveis e eficazes. As bombas a vácuo funcionam sob um dos três princípios e bombas diferentes têm diferentes níveis de eficiência, velocidade e “produção” (que remete para a eficácia de uma bomba em um volume de gás). (MANUTENÇÃO E SUPRIMENTOS, 2018).

A figura 6 representa o custo do ciclo das três bombas de vácuo clínico. A análise foi realizada pelo fabricante ATLAS COPCO, com o estudo em um período de trabalho de dez anos.

Figura 6: Análise Das Bombas De Vácuo Clínico Atlas Copco



Fonte: (BARROS, 2016, p.36).

Com a figura 6 é possível ver a diferença entre as três bombas de vácuo clínico, no qual o fabricante apresenta uma idéia do investimento e custo para manter uma central de vácuo.

Não necessariamente compre o mais barato, já que pode ser o mais caro de operar e manter. Considere o custo de para adquirir os insumos necessários para o funcionamento, manutenção ou reparo, tais como eletrodos, cabos, baterias, reagentes e outros, assim como peças de reposição, despesas de manutenção etc. Um fator importante é o prazo de garantia de funcionamento que o fabricante ou o representante oferece. (LONDONÔ, 2014, p.171).

3.1 Bomba de Anel Líquido

Esse equipamento utiliza água em processo de geração de vácuo, a água é fundamental para seu funcionamento, pois sem a água ela não funciona, quando a bomba é acionada pelo motor elétrico, o deslocamento de gás que entra na bomba é levado para a saída formando o vácuo.

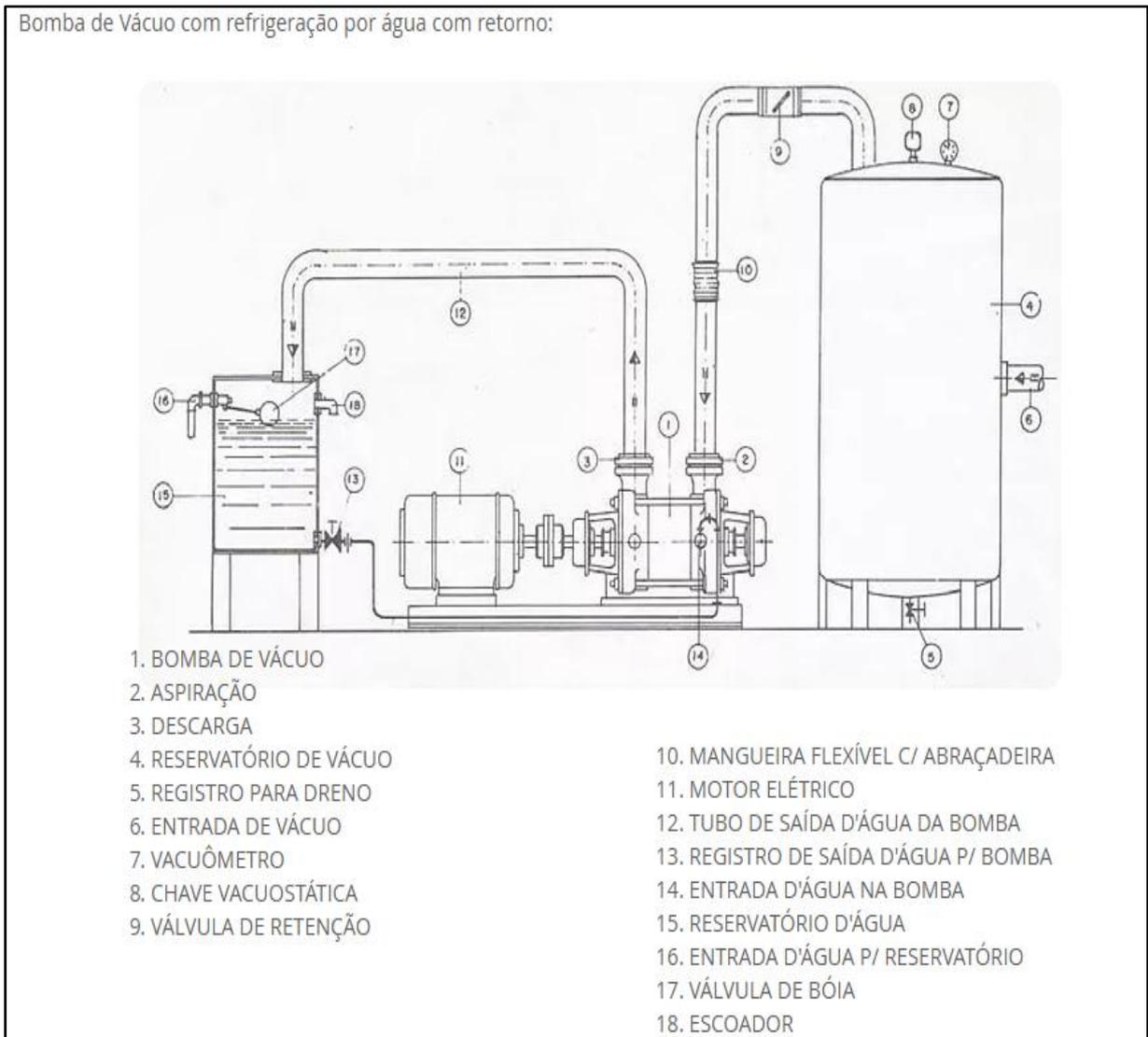
As centrais de vácuo anel líquido funcionam com líquidos, geralmente, água em grande quantidade. Esse líquido é controlado pelo giro do rotor, posteriormente o líquido é lançado como uma forma centrífuga, seu rotor encontra-se mergulhado no anel líquido das centrais de vácuo de anel líquido, que é formado até o nível do cubo, ficando na extremidade oposta. (VACUOLO, 2018).

Toda água usada no sistema de bombas de vácuo deve ser limpa, livre de contaminantes e de acordo com as normas vigentes.

O fornecimento de água não contaminada é essencial para várias operações no hospital. Além de ser necessária à vida, é utilizada para procedimentos de limpeza, desinfecção e esterilização, para preparo de banhos para hemodiálise e diálise peritoneal, no preparo de alimentos; em compressores e bombas de vácuo selados à água. Obviamente os requisitos de pureza irão variar para cada tipo de consumo. (ANVISA, 2003, p. 36).

Como podemos ver na figura 7, é necessário um reservatório d'água para manter o sistema de vácuo em funcionamento.

Figura 7: Bomba de Vácuo com refrigeração por água com retorno.



Fonte: (EHLBOMBAS, 2014).

Na figura anterior foi possível ver a necessidade da água no processo de vácuo, dessa forma a potência motora da bomba é superior as demais, no que resulta em uma demanda maior de energia elétrica.

Segundo Barros (2016, p.96), a bomba de vácuo de anel líquido não é recomendada em hospitais, pois o alto consumo de água usada para a geração do vácuo é contaminada, boa parte dessas águas são descartadas na rede de esgoto sem nenhum tipo de tratamento, podendo haver uma contaminação pelos gases e vapores expelidos.

Essa central na maioria das vezes tem um valor menor de instalação do que as outras centrais, sendo viável á curto prazo, porém o consumo de energia elétrica é maior que as outras centrais, e também consome água para geração de vácuo.

Foi solicitado um orçamento com o representante da EHL BOMBAS, dessa forma obtive o valor de alguns itens dessa central, o vendedor enviou o orçamento da motor bomba conforme o orçamento da figura 8.

Figura 8: Orçamento fornecido pelo representante da EHL BOMBAS de Minas Gerais.



Fonte: (SILVA, 2018), Mensagem recebida de: <raquelvendaspecas@gmail.com> em 22 out. 2018.

Conforme orçamento fornecido pelo representante da bomba, e do catálogo do fabricante, foram retirados os seguintes dados da bomba de anel líquido.

Tabela 2: Motor bomba de anel líquido analisada.

Marca	Modelo	Valor da bomba
EHL BOMBAS	VN-150	R\$ 12.296,55

Fonte: Ehl Bombas (2018)

Dessa forma foi possível criar a tabela com a potência motora do equipamento e o consumo de água, um dos itens considerável na aquisição de uma central de vácuo clínico.

Tabela 3: Dados técnicos da bomba de anel líquido EHL VN-150

Tensão alimentação	Potência motora	Vazão m ³ /h	Uso de água
380	15 CV	3200 l/min.	25 l/min.

Fonte: Ehl Bombas (2018)

Itens como manutenção preventiva e corretiva foram desconsiderados neste trabalho, pois algumas empresas trabalham com manutenção própria ou sistema de comodato. Mas segundo o fabricante, essa bomba tem três anos de garantia de fabricação, os dados técnicos sobre troca de consumíveis não foram encontrados, mas a manutenção preventiva deve ser realizada conforme pede o fabricante da bomba.

3.2 Bomba de Palheta.

A bomba de palheta pode ser do tipo lubrificado ou seco, sua aplicação depende do processo que vai ser usada. O seu funcionamento é simples e eficaz, a bomba vai conectada ao eixo do motor, quando acionado ele irá girar o rotor, e dessa forma move as palhetas que nele estão inseridos, gerando o vácuo.

Estas bombas de vácuo são constituídas de um corpo cilíndrico no qual gira numa posição excêntrica - um rotor com canais nos quais são inseridas as palhetas. Durante a rotação deste último são empurrados em contacto com o corpo da bomba, por efeito da força centrífuga, criando um espaço fechado que aumenta progressivamente o volume retirando ar do recipiente a ser evacuado e expelindo-o da tubulação para a descarga. Se for usado como um compressor, o ar de admissão vem da descarga. (DVPBRASIL, 2018).

Na figura seguinte é possível ter uma idéia do funcionamento de uma bomba de palheta, esse tipo de bomba não utiliza água em seu processo de geração de vácuo.

Figura 9: Funcionamento bomba de palheta lubrificada.



Fonte: (BRASME ENGENHARIA, 2018).

Essa bomba de palheta normalmente é acionada por partida direta, para motores de pequeno porte, motores maiores devem ser acionados por partidas suaves, para reduzir o pico de corrente na partida, já o controle da pressão na rede é realizado por um vacuômetro.

É fundamental para a partida que o motor tenha a possibilidade de ligação em dupla tensão, ou seja, em 220/380 V, em 380/660 V ou 440/760 V. Os motores deverão ter no mínimo seis bornes de ligação. A partida estrela-triângulo poderá ser usada quando a curva de conjugado do motor é suficientemente elevada para poder garantir a aceleração da máquina com a corrente reduzida. Na ligação estrela, a corrente fica reduzida para 25% a 33% da corrente de partida na ligação triângulo. (WEG, 2017, p.21).

Após enviar alguns e-mails para os fabricantes não obtive nenhum retorno e dessa forma não foi possível inserir mais informações de custo nesse trabalho. A figura a seguir representa uma central de vácuo clínico de palheta.

Figura 10: Central de vácuo clínico de palheta.



Fonte: (DVP BRASIL, 2018).

Com a tabela 5 é possível ver alguns itens que serão analisados no trabalho.

Tabela 5: Bomba de palheta lubrificada analisada.

Marca	Modelo	Valor da bomba
ÔNIX científica	VC 7.5	Não fornecido pelo fabricante

Fonte: Ônix (2018).

Conforme os dados técnicos retirados do catálogo do fabricante, foi possível analisar a potencia do equipamento e o consumo de água, um dos itens considerável na aquisição de uma central de vácuo clínico.

Tabela 4: Dados técnicos da Bomba de palheta lubrificada.

Tensão alimentação	Potência motora	Vazão m ³ /h	Uso de água
380V (Trifásico)	10,0 HP	315m ³ /h 5250 l/min.	Não

Fonte: Ônix (2018).

Itens como manutenção preventiva e corretiva foram desconsiderados neste trabalho, pois algumas empresas trabalham com manutenção própria ou sistema de comodato.

3.3 Bomba de Parafuso com Inversor de Frequência

A Bomba de vácuo de parafuso com inversor de frequência, é um equipamento inteligente e com grande poder tecnológico, dessa forma é possível gerar uma quantidade de maior de vácuo clínico, diminuindo o custo com a energia elétrica.

Conduzida diretamente por um inversor de frequência integrado, essas bombas não precisam mais de transmissão de acionamento. A área em que as unidades trabalham é 100% isenta de óleo. O regulador de velocidade integrado otimiza o uso de energia, combinando a entrega com a demanda real. Isso cria altos níveis de eficiência e minimiza o consumo de energia. O ar de aspiração permanece livre de pulsação o tempo todo. (BECKER, 2018).

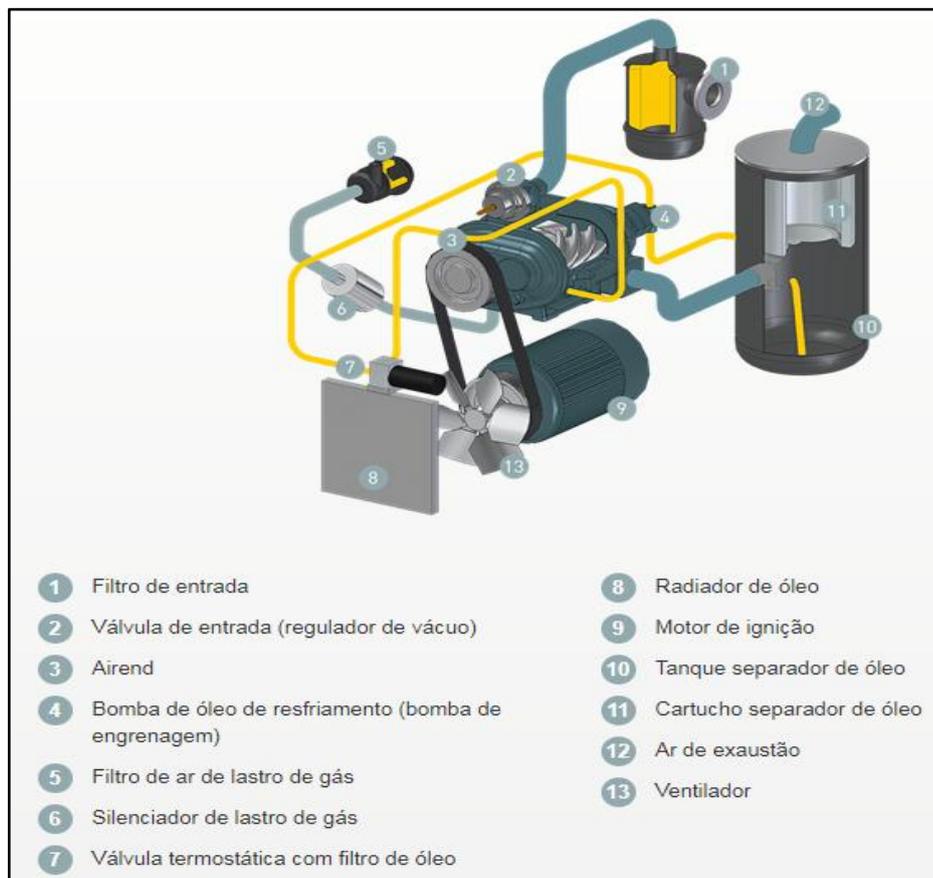
Com essa tecnologia, é possível reduzir o pico de corrente na partida do motor, e também realizar o controle da velocidade do motor e vazão da central através CLP (Controlador Lógico Programável) e dos parâmetros do inversor de frequência.

O acionamento de motores elétricos de indução por meio de inversores de frequência (denominados também conversores estáticos de frequência) é uma solução amplamente utilizada na indústria, e que se constitui atualmente no método mais eficiente para o controle de velocidade dos motores de indução. Tais aplicações

forneem uma série de benefícios, comparadas a outros métodos de variação de velocidade. Estas, porém, dependem de um dimensionamento adequado para que possam ser efetivamente vantajosas na comparação entre eficiência energética e custos. Dentre os muitos benefícios estão a redução de custos, o controle à distância, a versatilidade, o aumento de qualidade, de produtividade e a melhor utilização da energia.

(WEG, 2017, p.59).

Figura 11: Funcionamento Bomba parafuso com inversor de frequência.



Fonte: (KAESER KOMPRESSOREN, 2018).

Conforme orçamento fornecido pela empresa ATLAS COPCO, a bomba pode ter um valor mais elevado na sua aquisição, em comparação às outras centrais, mas dependendo da demanda de vácuo clínico pode ser viável a longo prazo, pois o equipamento reduz o consumo de energia elétrica e não utiliza água.

Figura 12: Orçamento fornecido pela ATLAS COPCO.

		Data		3/20
		15/05/2018		
		Proposta Nº		
		154790020/0		
Condições Comerciais				
Descrição do Produto	Qtd	Preço Unitário (ICMS Incluso)	Preço Total (ICMS Incluso)	ICMS %
GHS350VSD+ - Bomba de Vácuo de Parafuso com inversor de frequência fabricada pela Atlas Copco e resfriada a ar. - Óleo Mineral - Capacidade(FAA): 380m³/h; - Vácuo final: 0,35mbar absoluto; - Potência Nominal: 5,5kW; - Tensão de Alimentação: 380 ou 460/3	1	R\$ 79.612,00	R\$ 79.612,00	4 %
Filtro Bacteriológico MV100	1	R\$2.944,70	R\$ 2.944,70	4%
Total Geral (ICMS Incluso)			R\$ 82.556,70	
Impostos:				
Partida Técnica:	AII: Obrigatória por pessoal especializado da Atlas Copco para efeito de garantia. Partida técnica é cortesia se solicitada em até 180 dias da NF e limitada em 50 km e 8 horas. Condições excedentes, despesas adicionais serão por conta do cliente.			
Validade da Proposta:	22/06/18			
Prazo de Entrega:	90 dias			
Condições de Frete:	F.O.B – Cliente retira na Atlas Copco Barueri - SP.			
Garantia:	Conforme CONDIÇÕES GERAIS DE VENDA E GARANTIA anexa abaixo			
Condições de Pagamento:	25% sinal - 25% 30ddl - 25% 60ddl -25% 90ddl			

Fonte: (ATLAS COPCO, 2018).

Com dados do orçamento, fornecido pelo fabricante, foram retirados os seguintes dados da Bomba de vácuo de parafuso com inversor de frequência.

Tabela 6: Bomba de vácuo de parafuso com inversor de frequência.

Marca	Modelo	Valor por bomba
ATLAS COPCO	GHS350VSD+	79.612,00

Fonte: Atlas Copco (2018).

Dessa forma foi possível criar a tabela com a potência motora do equipamento e o consumo de água, um dos itens considerável na aquisição de uma central de vácuo clínico.

Tabela 7: Dados técnicos da Bomba de vácuo de parafuso com inversor de Frequência.

Tensão alimentação	Potência KW	Vazão m3/h	Uso de água
380 V	5,5/7,5HP	390	Não

Fonte: Atlas Copco (2018).

Itens como manutenção preventiva e corretiva foram desconsiderados neste trabalho, pois algumas empresas trabalham com manutenção própria ou sistema de comodato. Mas segundo o fabricante a Troca de consumíveis é semelhante aos mais avançados compressores de parafuso (4.000 e 8.000 horas).

4 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE VÁCUO CLÍNICO

A rede de distribuição é responsável por conduzir o vácuo gerado nas centrais de vácuo clínico, de forma segura até os postos de utilização da unidade hospitalar.

“Rede de distribuição: Conjunto de tubulações, válvulas e dispositivos de segurança que se destina a prover gases ou vácuo, através de ramais, aos locais onde existem postos de utilização apropriados.” (NBR 12188, 2003, p.3).

Ensaio de performance em pontos de distribuição de gases medicinais e controles de impurezas. Testes periódicos devem ser realizados no sentido de se determinar vazamentos, entupimentos de válvulas e saídas, capacidades de fornecimento do gás no ponto (vazão) e pressões nas saídas. Deve ainda ser determinado o grau de impurezas nestes gases. (ANVISA, 2003, p.63).

Para auxiliar no dimensionamento dos tubos da rede de distribuição vácuo, podemos seguir a NBR 12188, 2003.

Tabela 8 - Características dimensionais dos tubos da rede de distribuição

Diâmetro nominal mm	Diâmetro externo mm	X	Espessura mínima de parede mm	Peso linear kgf/m	Pressão de serviço kgf/cm ²
15,00 ¹⁾	15,00	X	0,70	0,281	60,00
22,00	22,00	X	0,90	0,533	50,00
28,00	28,00	X	0,90	0,685	40,00
35,00	35,00	X	1,10	1,047	40,00
42,00	42,00	X	1,10	1,264	35,00
54,00	54,00	X	1,20	1,780	28,00

¹⁾ Diâmetro mínimo admitido.

Fonte: (NBR 12188, 2003, p.9)

4.1 Infraestrutura

Todo o planejamento e desenvolvimento para ampliação ou construção de uma rede de vácuo clínico, devem ser projetados e executados por profissionais altamente qualificados, pois é ela que irá garantir uma pressão ideal na rede de vácuo.

Hospitais, clínicas e outros estabelecimentos de Saúde são estruturas que demandam um planejamento rigoroso, desde a etapa de construção. Todo o projeto e suas instalações devem ser executados para cumprirem com a sua finalidade de proteger a saúde e a vida dos pacientes, bem como o de oferecer condições para que os profissionais da saúde possam exercer adequadamente o seu trabalho. (AIR LIQUIDE HEALTHCARE, 2018).

A identificação dos gases e vácuo nas tubulações deve ser feita conforme indicado na tabela 9 e figura 13.

Tabela 9: Cor de identificação do gás e vácuo

Gás	Cor	Padrão Munsell
Ar medicinal	Amarelo-segurança	5 Y 8/12
Óxido nitroso	Azul-marinho	5 PB 2/4
Oxigênio medicinal	Verde-emblema	2,5 G 4/8
Vácuo	Cinza-claro	N 6,5

(NBR 12188, 2003, p.14)

Figura 13:- Identificação

Produto	Identificação	
	Tipo I	Tipo II
Ar medicinal		
Óxido nitroso		
Oxigênio medicinal		
Vácuo		

¹⁾ A pintura fora da faixa de identificação é opcional.

(NBR 12188, 2003, p.14)

Boa parte dessas instalações é realizada por empresas especializadas, tornando as instalações mais seguras e reduzindo a presença de vazamentos.

Segundo Londonô (2014, p. 186) serão executados por firmas terceirizadas obras e manutenção em toda a rede de tubulação que compõem a unidade hospitalar, também serviços de emergência que pensão levar o sistema a uma parada inesperada, toda a manutenção deve ser supervisionada pelo setor de engenharia clínica.

É nessa fase que vários erros, acidentes e prejuízos ocorrem. As vezes são prejuízos que serão sentidos em um futuro próximo, durante a inauguração, outras imediatamente em acidentes durante a obra. Com relação ao paciente, vários cuidados devem ser tomados, como a escolha adequada de áreas para a implantação de instalações de gases medicinais, centrais de compressão e vácuo. Iluminação,

centrais de ar condicionado e de ventilação, distribuição de eletricidade, instalação de sistemas de alarme, entre outros. (ANVISA, 2013, p.47)

Outro item fundamental no processo de execução é a qualidade dos materiais usados nas instalações, para reduzir o risco de vazamentos e perda de vácuo clínico.

“Todas as conexões usadas para unir tubos de cobre ou latão devem ser de cobre, bronze ou latão, laminados ou forjados, construídas especialmente para serem aplicadas com solda forte (solda prata) ou roscadas.” (NBR 12188, 2003, p. 9).

Os seguintes cuidados devem ser tomados quanto ao dimensionamento e instalação da central de vácuo medicinal:

- Deve possuir no mínimo duas unidades, uma das quais, sozinha, deve atender toda a demanda do hospital;
- Deve ser possível, através de comandos elétricos, estabelecer uma prioridade de uso para estas unidades, ou seja, uma delas entrará em funcionamento automaticamente toda vez que for necessário, enquanto a outra ficará em reserva, entrando em funcionamento quando a primeira for danificada ou no aumento na demanda;
- O circuito elétrico deve ser tal que, quando houver quebra ou falha de uma unidade de geração de vácuo, o funcionamento da outra não seja impedido;
- O programa de manutenção preventiva, deve incluir informações sobre lubrificação, serviços, substituição de filtros e de selos mecânicos;
- O sistema de partida do motor deve possuir um comando de proteção contra sobrecarga;
- O sistema de alimentação elétrica deve ser conectado automaticamente do sistema de geração de energia elétrica de emergência;
- O ar aspirado durante os procedimentos médicos, pela unidade de vácuo, deve ser lançado para um local distante, ou seja, 10 metros de qualquer janela ou porta que possa ser aberta normalmente, 16 metros de qualquer sistema que trabalhe com ar (ar comprimido medicinal, ar condicionado e sistemas de ventilação) e no mínimo a 3 metros do solo;
- Se o sistema de vácuo medicinal for utilizado para aspiração dos gases provenientes de anestesia, os lubrificantes utilizados nas unidades de vácuo devem ser compatíveis com atmosferas ricas em oxidantes como oxigênio e óxido nítrico;
- Além disso deve ser dimensionado para este fim. (ANVISA, 2003, p.104).

4.2 Válvulas e recipientes de Vácuo Clínico

As válvulas e recipientes de vácuo clínico e de fundamental importância para o funcionamento de uma unidade hospitalar, pois é ela que é responsável por regular a pressão e coletar todo o material do paciente.

“Válvula capaz de regular e reduzir a pressão existente na central ou na rede de distribuição a uma pressão compatível com a de utilização.” (NBR 12188, 2003, p.3)

Figura 14: Aspiradores de Rede com Frasco Vidro.



Fonte: (ROMED, 2018, p.32).

Todo esse material coletado do paciente permanecerá no interior do recipiente de vácuo, não atingindo a rede de distribuição de vácuo clínico.

“Somente pode ser utilizado o sistema de vácuo clínico com coleta do produto aspirado em recipiente junto ao ponto de utilização.” (ANVISA, 2002, p.123).

As instalações de vácuo destinadas as unidades para doenças infecto-contagiosas e/ou laboratórios de patologia clínica, tem de ter suas ramificações independentes da instalação central. Para aspiração cirúrgica somente pode ser utilizado o sistema de vácuo clínico, com coleta do produto aspirado em recipiente junto ao ponto de utilização. (BRASIL, 1994, p.127).

4.3 Controle do sistema de Vácuo Clínico e Alarme

Para ter um controle da pressão na rede de vácuo clínico, é instalado nos setores do hospital um painel de alarme, com esse painel é possível verificar a pressão na rede.

Nos sistemas centralizados deve haver um alarme operacional que indique quando a rede deixa de receber de um suprimento primário de gás e passa a receber de um suprimento secundário ou reserva. Este alarme deve ser sonoro e visual, sendo que este último só pode ser cancelado com o restabelecimento da pressão de operação predeterminada. (NBR 12188, 2003, pg.11)

“Deve ser previsto um sistema de alarme de emergência por sinal luminoso e sonoro, alertando a queda do sistema de vácuo, abaixo de 26,64 kPa (200 mm Hg).” (ANVISA, 2002, p.123).

Figura15: Painel de Alarme de Vácuo.



Fonte: (UNITEC, 2017, p.8).

Na maioria das vezes esse painel é de simples acesso, bem próximo ao local de entrada dos setores. Ele vai conectado a rede de vácuo clínico e a uma tomada de energia elétrica.

Com relação ao paciente, vários cuidados devem ser tomados, como a escolha adequada de áreas para a implantação de instalações de gases medicinais, centrais de compressão e vácuo. Iluminação, centrais de ar condicionado e de ventilação, distribuição de eletricidade, instalação de sistemas de alarme, entre outros. (ANVISA, 2003, p.47).

4.4 Postos de Utilização

Os postos de utilização são parte final de uma rede de vácuo clínico, é o local de fácil acesso, localizado acima do leito do paciente.

“Cada posto de utilização de vácuo deve ser equipado com uma válvula autovedante, e rotulado legivelmente com o nome ou abreviatura, símbolo e cores para identificação.”

(ANVISA, 2002, p.123).

Cada posto de utilização de oxigênio, óxido nitroso, ar ou vácuo, deve ser equipado com uma válvula autovedante, e rotulado legivelmente com o nome ou abreviatura e símbolo ou fórmula química, com fundo de cor conforme a NBR 11906, de cores para identificação de gases e vácuo. (NBR 12188, 2003, p.11).

A figura 16 apresenta um posto de utilização contendo vácuo clínico, oxigênio, ar comprimido e tomadas de energia elétrica.

Figura 16: Painel para UTI / Leitos.



Fonte: (ROMED, 2018, p.31).

“Os equipamentos mais comuns em um hospital ou clínica, como os painéis de serviços hospitalares, mais conhecidos como “réguas”, precisam ser práticos e eficientes, a fim de facilitar o uso no dia a dia e promover o conforto dos pacientes.”

(AIR LIQUIDE HEALTHCARE, 2018)

Todo a sistema deve seguir a norma, para que não tenha conflitos com outros equipamentos a serem instalados, e todos os equipamentos possam ser conectados com facilidade.

Os postos de utilização junto ao leito do paciente devem estar localizados a uma altura aproximadamente 1,5 m acima do piso ou embutidos em painel apropriado, a fim de evitar dano físico à válvula, bem como ao equipamento de controle e acessórios, tais como: fluxômetros, umidificadores ou qualquer outro acessório neles instalados.(NBR 12188, 2003, p.11).

4.5 Filtros do sistema de Vácuo Clínico

Os filtros são de suma importância para uma central de vácuo clínico, para garantir a o bom funcionamento do equipamento, e para desinfecção do ar liberado para a atmosfera.

Conforme a Anvisa (2002, p.123), toda central de vácuo clínico deve ser composta de dois filtros bacteriológicos em paralelo para desinfecção do ar liberado na atmosfera, menos os casos de equipamentos que usam outros métodos de desinfecção. A montagem do equipamento deve facilitar a troca desses filtros de forma fácil e segura, os filtros devem ter uma capacidade de retenção de partículas acima de 0,1m.

É possível que alguns equipamentos portáteis utilizem filtros para seu funcionamento, dessa forma é possível garantir uma maior confiabilidade e proteção do sistema.

O filtro bacteriano de alta eficiência foi especialmente projetado para prevenir a contaminação por fluidos e partículas suspensas no ar nas unidades de sucção móveis e portáteis. Este filtro apresenta uma membrana microporosa hidrofóbica, que filtra o ar com uma eficiência máxima (partículas no ar de 0.3 microns), enquanto bloqueia o fluxo de fluidos aquosos e partículas contaminadoras suspensas no ar. O filtro Allied de alta eficiência protege a bomba de sucção contra transbordamento. (ALLIED HEALTHCARE, 2018, p.3).

Figura 17: Filtro bacteriológico para aplicações hospitalar e odontológica



Fonte: (BARROS, 2016, p.59)

Para uma maior segurança biológica, alguns cuidados devem ser mantidos quanto a manutenção preventiva e corretiva de uma central de vácuo clínico, pois ela pode apresentar risco a pessoa que irá fazer esse procedimento.

“Cuidados especiais devem ser tomados quando a manutenção e lavagem dos reservatórios de vácuo medicinal. Luvas, óculos de proteção individual, botas e aventais impermeabilizantes devem ser utilizados.”(ANVISA, 2003, p.103).

A descarga da central de vácuo deve ser obrigatoriamente dirigida para o exterior do prédio, com o terminal voltado para baixo, devidamente teclado, a uma distância mínima de 3,00 m de qualquer porta, janela, entrada de ar ou abertura do edifício. (NBR 12188, 2003, p.9).

“O programa de manutenção preventiva deve incluir informações sobre lubrificação, serviços, substituição de filtros e de selos mecânicos;” (ANVISA , 2003, p.104).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Toda central de vácuo clínico deve ser projetada de acordo com a necessidade de cada cliente, sempre seguindo as normas NBR 12.188 e a RDC n.º 50, que garante o funcionamento da central de vácuo clínico de forma segura e confiável, pois é ela que gera todo o vácuo clínico usado em uma unidade hospitalar para cuidados médicos e higienização dos setores.

Para o controle desse risco, a central de vácuo deve ser instalada em ponto distante da central de ar comprimido. Outra opção é tratar o ar pelos diferentes processos existentes, antes de lançá-lo na atmosfera. Desse modo, evita-se a captação deste ar contaminado pela central de ar comprimido medicinal. (ANVISA, 2003, p.103).

Outro fator importante que devemos considerar quando analisamos uma central de vácuo clínico, é a sua eficiência, pois algumas dessas centrais que se encontram em funcionamento apresentam um consumo inadequado de energia elétrica e água.

A energia elétrica esta presente em toda a esfera da sociedade, devido ao aumento na tarifa de energia elétrica, boa parte das empresas buscam por equipamentos mais eficientes.

Figura 18: Tarifa CELESC do custo do kWh.

Tarifa Horária Verde (sem tributos)				
Subgrupos	Classificação	Componentes	Demanda R\$/kW	Energia R\$/kWh
A3a	Demais Classes	NA	12,30	0,00
		Ponta	0,00	1,23251
		Fora Ponta	0,00	0,36506
	Rural	NA	11,07	0,00
		Ponta	0,00	1,109259
		Fora Ponta	0,00	0,328554
	Água, Esgoto e Saneamento	NA	10,46	0,00
		Ponta	0,00	1,0476335
		Fora Ponta	0,00	0,310301
A4	Demais Classes	NA	12,30	0,00
		Ponta	0,00	1,23251
		Fora Ponta	0,00	0,36506
	Rural	NA	11,07	0,00
		Ponta	0,00	1,109259
		Fora Ponta	0,00	0,3285540
	Água, Esgoto e Saneamento	NA	10,46	0,00
		Ponta	0,00	1,0476335
		Fora Ponta	0,00	0,310301

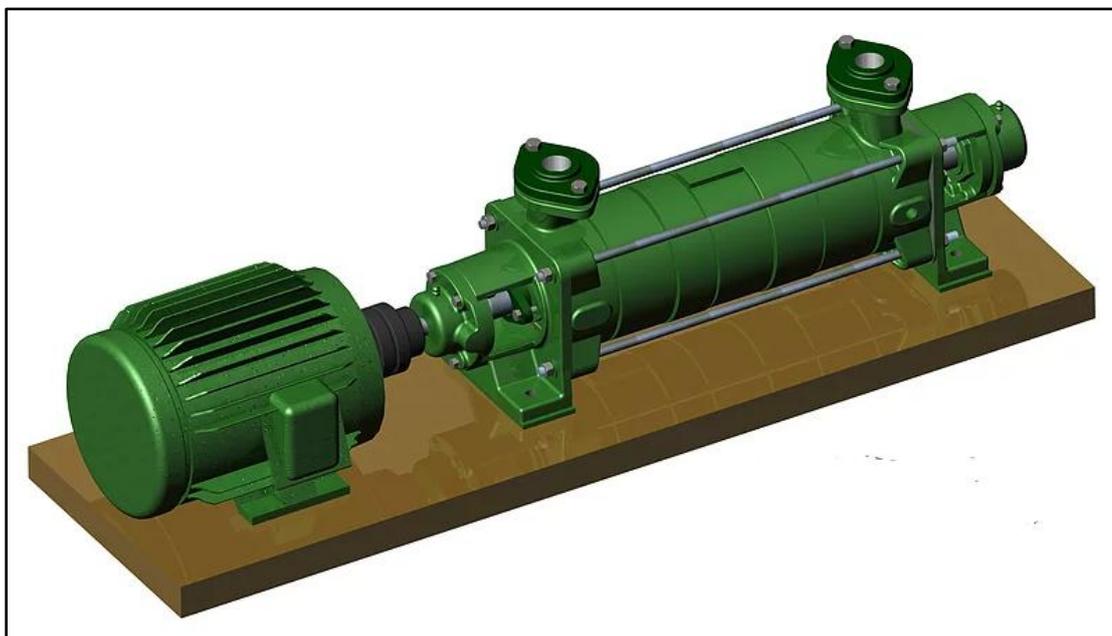
Fonte: (CELESC, 2018).

O governo em parceria com as empresas privadas, vem desenvolvendo projetos para substituição de equipamentos defasados por outros mais eficientes, contribuindo com o futuro do planeta.

O Plano de Troca é um programa WEG que incentiva a substituição de motores antigos, danificados ou com baixos níveis de rendimento, onde o motor usado de qualquer marca entra como parte do pagamento de um motor WEG novo de maior eficiência energética. Com isso a WEG promove a utilização de motores com maiores rendimentos e cria consciência da conservação de energia, tornando sua planta mais eficiente. (WEG, 2018).

A primeira central de vácuo clínico analisada será a de anel líquido, do fabricante EHL Bombas, com os dados fornecidos pelo catálogo e orçamento, foi possível analisar alguns itens como potência motora e o consumo de água desse equipamento. O orçamento enviado pelo fornecedor da central de anel líquido apresentou somente os itens Motor e Bomba, conforme a figura 19.

Figura 19: Conjunto Motor E Bomba De Vácuo.



Fonte: (EHL Bombas, 2014).

Conforme o catálogo e o orçamento fornecido pelo representante da bomba foi possível desenvolver a tabela 10, que apresenta os itens que serão analisados como potência motora da bomba de anel líquido, vazão e uso de água para seu funcionamento.

Tabela 10: Dados técnicos do retirados do catálogo da bomba de anel líquido.

Marca	Modelo	Potência motora	Vazão l/min.	Uso de água
EHL	VN-150	15 CV	3200	25 l/min.

Fonte: Ehl Bombas (2018)

Com esses dados, foi necessário converter l/min. para m³/h.

$$\text{Dados: } 3200 \text{ l/min.} = 192 \text{ m}^3/\text{h} \quad (1)$$

Após a conversão l/min. para m³/h, foi necessário alterar o item vazão da tabela 8.

Tabela 11: Vazão em m³/h bomba de anel líquido.

Marca	Modelo	Potência motora	Vazão m ³ /h	Uso de água
EHL	VN-150	15 CV	192	25 l/min.

Fonte: Ehl Bombas (2018)

Conforme a tabela 11, é possível analisar que são necessários um motor de 15 CV para gerar uma vazão de 192 m³/h. Dessa Forma foi possível calcular a vazão da bomba para cada CV do motor , conforme a equação 2 :

$$(192\text{m}^3/\text{h}) / (15 \text{ CV}) = 12,8 \text{ m}^3/\text{h}. \quad (2)$$

Com esse cálculo chegamos próximo de uma vazão de 12,8 m³/h de vácuo clínico gerado pela bomba de anel liquido EHL, para cada 1CV do motor.

Segundo o fabricante equipamento também consome 25 litros de água por minuto, para geração de vácuo clínico, uma quantidade de água considerável, já que boa parte dessas centrais já existentes não reutiliza essas águas, tornando um gasto altíssimo na fatura de água, pois toda a água usada nessa central de vácuo de anel líquido deve ser limpa.

Figura 20: Tarifaria vigente do custo por m³ de água.

Categoria	Tarifa	Faixa de consumo	Valor (R\$)
Residencial	Normal	até 10m ³	2,76
		de 11m ³ a 25m ³	4,96
		acima de 25m ³	6,88
	Social	até 10m ³	0,56
		de 11m ³ a 20m ³	2,76
		de 21m ³ a 35m ³	4,96
		acima de 35m ³	6,88
Comercial	Normal	até 10m ³	3,84
		acima de 10m ³	6,54
	Social	até 10m ³	1,15
		acima de 10m ³	1,96
Industrial	Normal	até 10m ³	3,84
		de 11m ³ a 5.000m ³	6,54
		de 5.001m ³ a 10.000m ³	5,27
		de 10.001m ³ a 30.000m ³	4,78
		de 30.001m ³ a 60.000m ³	4,22
		de 60.001m ³ a 120.000m ³	3,98
		acima de 120.000m ³	3,58
Pública	Normal	até 10m ³	4,06
		acima de 11m ³	6,54

Fonte: (SEMASA, 2018).

Alguns hospitais já buscaram por equipamentos mais eficientes, dessa forma é possível economizar água e energia elétrica de uma forma significativa.

O Sírio Libanês também investiu em bacias sanitárias de seis litros, bombas a vácuo para os processos de aspiração (que antes funcionavam com água), selos mecânicos para vedação que reduz a chance de vazamentos, além da utilização de água de reúso para o sistema de ar condicionado, entre outros. (G1, 2015).

A segunda central de vácuo clínico analisada foi a de palheta lubrificada, do fabricante ÔNIX científica. Conforme o site do fabricante, o equipamento apresenta os seguintes

Componentes: Filtro bacteriológico, vacuostato, vacuômetro, valvula de retenção e de esfera, filtro mecanico Y, reservatório horizontal, bomba de vácuo e painel de comando.

Figura 21: Bomba de vácuo de palheta analisada.



Fonte: (ÔNIX, 2018)

Com os dados retirados do site do fabricante, foi possível analisar alguns itens como potência motora e o consumo de água desse equipamento

Tabela 12: Dados técnicos do catálogo da bomba de vácuo de palheta lubrificada.

Marca	Modelo	Potência motora	Vazão m ³ /h	Uso de água
Ônix científica	VC 7.5	10,0 HP	315m ³ /h 5250l/min.	Não

Fonte: Ônix (2018).

Com esses dados, foi necessário realizar a conversão de HP para CV.

$$\text{Dados: } 10 \text{ HP} = 10,1387\text{CV} \quad (3)$$

Após a conversão de HP para CV, foi necessário alterar o item potência motora conforme a tabela 13.

Tabela 13: Potência motora em CV da bomba de vácuo de palheta lubrificada.

Marca	Modelo	Potência motora	Vazão m ³ /h	Uso de água
Ônix científica	VC 7.5	10,1387CV	315	Não

Fonte: Ônix (2018).

Conforme a tabela 13, é possível analisar que são necessários uma Potência motora de aproximadamente 10,1387 CV para gerar uma vazão de 315 m³/h. Dessa Forma foi possível calcular a vazão da bomba para cada CV do motor , conforme a equação 4 :

$$(315\text{m}^3/\text{h}) / (10,1387 \text{ CV}) = 31,06907197 \text{ m}^3/\text{h} \quad (4)$$

Com esse cálculo chegamos próximo de uma vazão de 31,06907197 m³/h, de vácuo clínico gerado pela bomba de palheta lubrificada da Ônix científica, para cada um CV do motor.

Esse equipamento não utiliza água para geração de vácuo clínico, no qual acaba gerando uma economia de água para o cliente, tornando o equipamento mais eficiente.

A terceira central de vácuo clínico analisada foi a de Parafuso com inversor de frequência, do fabricante ATLAS COPCO. Conforme o orçamento enviado pelo fabricante, o equipamento apresenta o sistema (*Plug-and-play*: a máquina é fornecida com o filtro de entrada, cubículo elétrico, inversor de frequência, carenagem acústica e isolante e controlador).

Figura 22: Bomba de Vácuo de Parafuso com inversor de frequência GHS350VSD+



Fonte: (ATLAS, 2016, p.29).

Com os dados fornecidos no catálogo do fabricante e o orçamento, foi possível analisar alguns itens como potência motora e o consumo de água desse equipamento.

Tabela 14: Dados técnicos do catálogo da Bomba de Vácuo de Parafuso com inversor de frequência.

Marca	Modelo	Potência motora	Vazão m ³ /h	Uso de água
ATLAS COPCO	GHS350VSD+	7,5 HP. / 5,5KW	390	Não

Fonte: Atlas Copco (2018).

Com esses dados, foi necessário realizar converter HP para CV.

$$\text{Dados: } 7,5 \text{ HP} = 7,60402 \text{ CV} \quad (5)$$

Após a conversão de HP para CV, foi necessário alterar o item potência motora da tabela 14.

Tabela 15: Potência motora em CV da Bomba de Vácuo de Parafuso com inversor de frequência.

Marca	Modelo	Potência motora	Vazão m ³ /h	Uso de água
ATLAS COPCO	GHS350VSD+	7,60402 CV	390	Não

Fonte: Atlas Copco (2018).

Conforme a tabela 12 , é possível analisar que são necessários um motor de 7,60402 CV para gerar uma vazão de 390 m³/h. Dessa Forma foi possível calcular a vazão da bomba para cada CV do motor , conforme a equação 6 :

$$(390\text{m}^3/\text{h}) / (7,60402 \text{ CV}) = 51,2886604716 \text{ m}^3/\text{h} \quad (6)$$

Com esse cálculo chegamos próximo de uma vazão de 51,2886604716 m³/h de vácuo clínico gerado pela bomba de Vácuo de Parafuso com inversor de frequência da ATLAS COPCO, para cada 1CV do motor, esse equipamento não utiliza água.

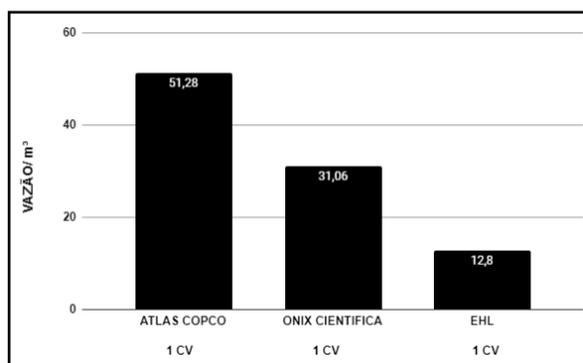
Após realizar a análise dos três itens que compõem as centrais de vácuo clínico, foi possível desenvolver tabela 16, que possibilita a análise da potência motora, vazão e uso da água do equipamento. Foi calculado a vazão em metros cúbicos por hora da bomba, em relação a cada um CV (cavalo- motor) do motor.

Tabela 16: Três Centrais de vácuo clínico analisadas.

Marca (dados fabricante)	Modelo (dados fabricante)	Potência motora (calculada)	Vazão m ³ /h (calculada)	Uso de água (dados fabricante)
EHL	VN-150	1 CV	12,8	25 l/min.
Ônix científica	VC 7.5	1 CV	31,06907197	Não
ATLAS COPCO	GHS350VSD+	1 CV	51,2886604716	Não

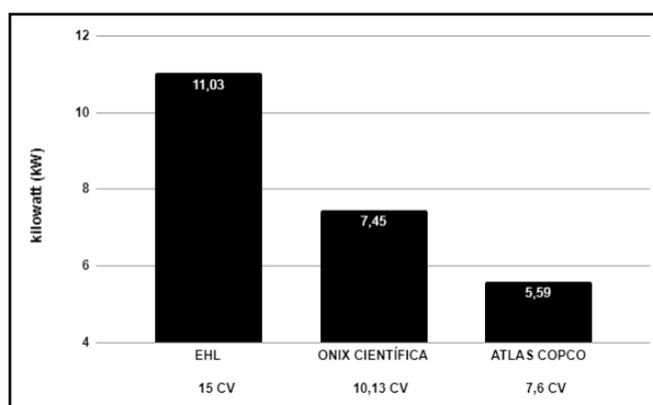
Fonte: Ehl, Ônix científica, Atlas Copco (2018).

Com esses três itens analisados, é possível ter uma idéia do potencial de cada central de vácuo clínico, as suas diferenças e eficiência, pois cada uma tem a sua característica técnica de funcionamento. Dessa forma o gráfico1 é um comparativo entre a vazão em metros cúbicos por hora da bomba, em relação a cada um CV (cavalo- motor) do motor.

Gráfico 1: Comparativo entre a vazão metros cúbicos por hora da bomba, em relação a cada um CV (cavalo- motor) do motor.

Fonte: Autor, (2018).

O segundo gráfico faz um comparativo entre a potência motora das três bombas em CV (cavalo-motor) com a potencia em kilowatt (kW).

Gráfico 2: Comparativo entre as três bombas analisadas.

Fonte: Autor, (2018).

Devemos levar em consideração o custo benefício de cada central e sua aplicação, e se possível manter um equilíbrio entre custo da geração e o investimento para sua implantação. Os itens analisados nesse trabalho têm a finalidade de apresentar ao leitor um conhecimento técnico e acadêmico dos equipamentos analisados, e também auxiliar na aquisição de uma central de vácuo clínico.

6 CONCLUSÕES

Todos os estudos foram realizados com base em livros, manuais, artigos e orçamentos realizados pelas empresas fornecedores de equipamentos, já as normas (NBR) ABNT 12.188 e a RDC ANVISA 50 de 2002 são de fundamental importância para construção de uma central de vácuo clínico. Com esse trabalho foi possível conhecer mais sobre as centrais de vácuo clínico, e sua importância para o funcionamento de uma unidade hospitalar.

Por isso devemos manter a central de vácuo clínico em perfeito funcionamento, tendo os cuidados de realizar todas as manutenções preventivas conforme pede os fabricantes, e para que o equipamento não sofra nenhuma falha ou quebra inesperada, podendo parar toda a geração de vácuo clínico do hospital ou clínica, comprometendo o atendimento dos pacientes e colocando em risco para os procedimentos que usam o vácuo clínico.

Fatores importantes que levaram à realização desse trabalho foram à busca por equipamentos mais eficientes, que visam à economia de energia elétrica e água, ao mesmo tempo venha atender a necessidade do cliente. Levando em consideração o custo benefício de cada central podemos reduzir o custo na geração de vácuo clínico, e dessa forma contribuir com o meio ambiente.

A central que apresentou uma eficiência maior foi a de Parafuso com Inversor de Frequência e a mesma não utiliza água, a segunda foi a de Palheta que também não utiliza água, mas apresenta uma manutenção maior. A que apresentou uma eficiência menor foi a de Anel Líquido e, além disso, ainda consome vinte e cinco litros de água por minuto. A eficiência energética deve ser vista pela sociedade como inovação e não somente como gasto, pois o investimento em novas tecnologias feito de forma adequada reduz as perdas do cliente, e contribui positivamente com a redução dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Informações gerais - gases medicinais**, 2018. Disponível em:< <http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/medicamentos/produtos/gases-medicinais/informacoes-gerais> > Acessado em: 05 de Setembro. 2018.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, **RESOLUÇÃO RDC Nº 50 de 21 de fevereiro de 2002**. Dispõe sobre o Regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais a saúde.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Segurança No Ambiente Hospitalar / Ministério da Saúde**, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília: Ministério da Saúde, 2003. 172 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Serviços Odontológicos: Prevenção e Controle de Riscos / Ministério da Saúde**, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 156 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).
- AIR LIQUIDE HEALTHCARE, **Estrutura e Tubulação**. Disponível em:< <https://www.airliquidehealthcare.com.br/paineis-alarme>> Acessado em: 03 de Novembro. 2018.
- AIR LIQUIDE HEALTHCARE. **Hospitais e Clínicas**. Disponível em: <<https://www.airliquidehealthcare.com.br/hospitais-profissionais/hospitais-e-clinicas>>. Acesso em: 10 set. 2018.
- AIR LIQUIDE HEALTHCARE, **Paineis-alarme**. Disponível em:< <https://www.airliquidehealthcare.com.br/paineis-alarme>> Acessado em: 12 de Setembro. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12188: Sistemas centralizados de oxigênio, ar, óxido nitroso e vácuo para uso medicinal em estabelecimentos assistenciais de saúde**. Rio de Janeiro. 2003. 25 p.
- BARROS, Andre Vinicius. **Atlas Copco manual do vácuo**. São Paulo: Atlas, 2016. 118 p.
- BECKER, **Bombas de vácuo de parafuso**. Disponível em:< <https://www.becker-international.com/53904/Screw-vacuum-pumps.htm>> Acessado em: 03 de Novembro. 2018.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Coordenação-Geral de Normas, **Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**.-- Brasília,1994 136 p (Série: Saúde & Tecnologia) 1. Arquitetura Hospitalar.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria-Executiva. Departamento de Economia da Saúde e Desenvolvimento. **Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde / Ministério da Saúde, Secretaria-Executiva, Departamento de Economia da Saúde e Desenvolvimento**. – Brasília : Ministério da Saúde, 2011. p. 145 : il. – (Série C. Projetos, Programas e Relatórios)

BRASME ENGENHARIA, **Centrais de ar vácuo industrial e clínico**. Disponível em:<http://www.brasmeengenharia.com.br/produtos_centrais_de_vacuio.php> Acessado em: 13 de Setembro. 2018.

CELESC. **Tarifas**. Disponível em: <<http://www.celesc.com.br/portal/index.php/duvidas-mais-frequentes/1140-tarifa>>. Acesso em: 05 Novembro 2018.

DVP BRASIL, **Bombas rotativas de palhetas**

. Disponível em:<<https://www.dvpbrasil.com.br/bombas-de-vacuio-de-palhetas>> Acessado em: 07 de Julho. 2018.

EHL BOMBAS. **Funcionamento Bomba de Vácuo** . 2014. Disponível em: <<https://www.ehlbombas.com.br/bomba-vacuio>>. Acesso em: 07 maio 2018.

FANEM. **Aspirador Dia-Pump, modelos 089/A, 089/AM, 089/AME, AME/R2D2.:** manual do usuário. 06/07. Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/REL/REL%5B11027-2-2%5D.PDF>>. Acesso em: 28 out. 2018.

G1. **Como Economizar Água**. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/post/hospitais-usam-agua-de-reuso-e-premios-funcionarios-para-incentivar-economia.html>>. Acesso em: 05 Novembro 2018.

ALLIED HEALTHCARE. **Aspirador gomgo: MANUAL DO USUÁRIO**. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/22932419-Manual-do-usuario-aspirador-gomgo.html>>. Acesso em: 29 out. 2018.

KAESER KOMPRESSOREN, **Nossa bomba de vácuo de parafuso rotativo em detalhe**. Disponível em:<<https://www.kaeser.com/int-en/products/rotary-screw-compressors/rotary-screw-vacuum-pumps/>> Acessado em: 03 de Novembro. 2018.

LONDONÔ, Malagón-; MOREIRA, Galán; LAVERDE, Pontón. **Administração hospitalar**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2014.

MANUTENÇÃO E SUPRIMENTOS, **Bombas a vácuo e seus princípios de funcionamento**. Disponível em:<<https://www.manutencaoesuprimentos.com.br/bombas-a-vacuio-e-seus-principios-de-funcionamento/>> Acessado em: 02 de Novembro. 2018.

ÔNIX, Científica, **Central de Vácuo Clínico**. Disponível em:<<http://www.onixcientifica.com.br/central-de-vacuio-clinico>> Acessado em: 01 de Novembro. 2018.

RADCHROM, **Bombas de vácuo tipo garras**. Disponível em:<<http://radchrom2.lwsite.com.br/bombas-de-vacuio-tipo-garras>> Acessado em: 07 de Agosto. 2018.

ROMED. **Catálogo de produtos 2018**. Disponível em: <<https://romed.com.br/catalogo/>>. Acesso em: 26 set. 2018.

SEMASA. **Tabela Tarifária Vigente**. Disponível em: <<http://www.semasaitajai.com.br/?modo=sobre&secao=tabelaTarifaria>>. Acesso em: 04 Novembro 2018.

SILVA, Raquel. **Orçamento**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <raquelvendaspecas@gmail.com>. em: 22 out. 2018.

UNICAMP, Hospital de Clínicas. **HC recebe novas centrais de vácuo e ar comprimido**. 2015. Disponível em: <<https://www.hc.unicamp.br/node/915>>. Acesso em: 14 set. 2018.

UNITEC, **Painel de Alarme de Vácuo**.. Disponível em:< http://www.unitec-hospitalar.com.br/pstarquivos/catalogos_gerais/catalogo-unitec-2017.pdf> Acessado em: 22 de Agosto. 2018.

USP, Universidade de São Paulo. **Aspiração de cânulas (COT e Traqueo) e vias aéreas superiores.2018. Disponível em:**<<https://eaulas.usp.br/portal/video.action;jsessionid=71F01C3946FC274FE7D60D1C9FF6A6A0?idItem=6964>>. Acesso em: 02 Out. 2018.

VACUOLO. **Central de vácuo anel líquido** . Disponível em: <<http://www.vacuolu.com.br/index.php/informacoes/centrais-de-vacuocentral-de-vacuoclinico>>. Acesso em: 02 Novembro. 2018.

VACUOLO. **Central de vácuo clínico**. Disponível em: <<http://www.vacuolu.com.br/index.php/informacoes/centrais-de-vacuocentral-de-vacuoclinico>>. Acesso em: 11 set. 2018.

WEG, **Motores Elétricos**.2017. Disponível em:<<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h32/hc5/WEG-motores-eletricos-guia-de-especificacao-50032749-brochure-portuguese-web.pdf>> Acessado em: 06 de Novembro. 2018.

WEG. **Plano de Troca**. Disponível em: <<https://www.weg.net/institutional/BR/pt/solutions/energy-efficiency/replace-a-motor>>. Acesso em: 04 Novembro 2018.

RODRIGUES, Renato; GONÇALVES, José Correia. **Procedimentos de metodologia científica**. 8. ed. Lages: Papervest, 2017. 195 p.

ANEXO

Atlas Copco | Conheça o Blog da Eficiência Energética

Olá Roberson,

Quero convidar você para conhecer o [Blog da Eficiência Energética](#), um novo endereço da **Atlas Copco** na internet no qual compartilharei **informações de qualidade sobre o universo do ar comprimido**.

O conteúdo é assinado por *experts* da Atlas Copco, que estão **abertos ao diálogo** para tirar dúvidas e indicar soluções. Você terá acesso a informações técnicas, curiosidades, infográficos e muitas dicas sobre um dos assuntos mais desafiadores para a indústria no momento.

Quando falo em eficiência energética, abordo também inovação, competitividade e sustentabilidade. O **uso adequado da energia** não implica só redução significativa de gastos para a sua empresa, mas também poupa os nossos recursos naturais.

Com mais de 60 anos no Brasil, a Atlas Copco está reforçando o compromisso em **promover interatividade e criar valores** com a divulgação de informações de qualidade.

Faça o seu cadastro na seção "Inscreva-se" do Blog e receba conteúdos exclusivos para ficar por dentro do tema e **fazer a diferença na prática**.

Acesse o [Blog da Eficiência Energética](#) e compartilhe esta ideia!

Obrigado,

Ricardo Carrel

Gerente Geral

Atlas Copco Brasil Ltda - Compressor Technique

Alameda Araguaia, 2700 CEP 06455-000, Barueri - SP Brasil

[descadastrar](#).