



GESTÃO DO PROJETO DE ATENUAÇÃO DO RUÍDO DE UM CHILLER EM UMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

MANAGEMENT OF THE NOISE ATTENUATION PROJECT OF A CHILLER IN A PHARMACEUTICAL INDUSTRY

 **Leandro Simplicio Silva**

Engenheiro

Universidade Nove de Julho - UNINOVE

São Paulo, SP – Brasil

simplicio.leandro@hotmail.com

 **Roque Rabechini Junior**

Doutor

Universidade Nove de Julho - UNINOVE

São Paulo, SP – Brasil

roquejr@uni9.pro.br

 **Walter Cardoso Sátyro**

Doutor

Universidade Nove de Julho - UNINOVE

São Paulo, SP – Brasil

satyro.walter@gmail.com

Resumo: Na fabricação de medicamentos das indústrias farmacêuticas, é necessário o controle de temperatura e umidade relativa do ar nas áreas produtivas. Para essa tarefa, normalmente utiliza-se sistemas de ar-condicionado central, sendo um dos seus principais componentes o *chiller* de resfriamento, que emite elevado ruído durante o seu funcionamento. Assim, as indústrias farmacêuticas podem enfrentar um outro problema, o ruído excessivo, causando poluição sonora na região. O objetivo deste relato técnico é apresentar como foram entregues os resultados do projeto de atenuação dos ruídos gerados por um *chiller*, em uma indústria farmacêutica. O método utilizado foi o relato de caso, onde foram aplicados os conceitos de domínio de desempenho. O trabalho descreve detalhadamente as fases do projeto para a solução de um problema de atenuação de ruídos do *chiller* na indústria farmacêutica. A relevância deste trabalho deve-se que *chillers* de resfriamento são utilizados com frequência em sistemas de refrigeração em outras indústrias e em prédios comerciais com controle de ar-condicionado central, possibilitando-se utilizar o projeto aqui relatado em outros setores industriais e prediais para a atenuação de ruído, beneficiando o meio ambiente e a sociedade em seu entorno.

Palavras-chave: Gestão de projetos. Domínios de desempenho. *Chiller*. Ruído. Poluição sonora

Abstract: In the manufacture of drugs in the pharmaceutical industries, it is necessary to control the temperature and relative humidity of the air in the productive areas. For this task, central air conditioning systems are normally used, one of its main components being the cooling chiller, which emits high noise during operation. Thus, pharmaceutical industries may face another problem, excessive noise, causing noise pollution in the region. The objective of this technical report is to present how the results of the noise attenuation project generated by a chiller in a pharmaceutical industry were delivered. The method used was the case report (experience), where the concepts of the performance domain were applied. The work describes in detail the project phases for the solution of a noise attenuation problem of a chiller in the pharmaceutical industry. The relevance of this work is due to the fact that cooling chillers are frequently used in refrigeration systems in other industries and in commercial buildings with central air conditioning control, making it possible to use the project reported here in other industrial and building sectors for noise attenuation, benefiting the environment and the surrounding society.

Keywords: Project management. Performance domains. Chiller. Noise. Noise pollution

Cite como

American Psychological Association (APA)

Silva, L. S., Rabechini Junior, R., & Sátyro, W. C. (2023, jul./dez.). Gestão do projeto de atenuação do ruído de um *chiller* em uma indústria farmacêutica. *Revista Inovação, Projetos e Tecnologias - IPTEC*, São Paulo, 11(2), 1-17, e24615.

<https://doi.org/10.5585/iptec.v11i2.24615>

1 Introdução

No ambiente de fabricação dos medicamentos nas indústrias farmacêuticas (laboratório), por força das boas práticas de fabricação descritas na Resolução RDC N° 658 de março de 2022 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), é necessário fazer o controle ambiental das áreas produtivas, sendo as principais grandezas controladas: a temperatura e a umidade do ar (Anvisa, 2022). A faixa de temperatura ambiente, assim como a da umidade do ar, podem variar de acordo com a especificação de cada produto e, caso necessário, deverá ser ajustada. Por exemplo, para que a produção de um medicamento hipotético possa acontecer, a temperatura ambiente da sala deverá estar entre 20 e 25°C, e a umidade relativa do ar deverá estar entre 30 e 60%.

Para atender a demanda de controle de temperatura e umidade do ar, as indústrias farmacêuticas necessitam de sistemas de ar-condicionado capazes de alterar esses parâmetros e deixar as salas em condições de produção. Normalmente, o principal equipamento de sistemas de ar-condicionado central é o *chiller* de resfriamento, com a função de remover o calor de um fluido, resfriando assim grandes ambientes e estações de energia. Para não haver problemas relacionados à temperatura e à umidade, o *chiller* funciona 24 horas por dia e 7 dias por semana, entretanto, o *chiller* emite ruído elevado durante o seu funcionamento. Dessa maneira, as empresas farmacêuticas podem enfrentar um outro problema, os ruídos excessivos, que causam poluição sonora na região.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, através do guia *Environmental Noise Guidelines for the European Region* (Héroux *et al.*, 2015), o ruído ambiental é um importante problema de saúde pública, figurando entre os principais riscos ambientais à saúde. Tem impactos negativos na saúde e no bem-estar das pessoas e é uma preocupação crescente entre o público em geral. O ruído pode ser definido como o som indesejado, excessivo ou irritante em uma área específica, sendo que, a poluição sonora ocorre quando o nível de ruído está acima do limite permitido para um determinado ambiente (Khasawneh *et al.*, 2020; Tripathy, 2008).

Um laboratório farmacêutico, localizado na região metropolitana da cidade de São Paulo, devido ao uso dos *chillers*, tem enfrentado problemas significativos relacionados à poluição sonora, recebendo diversas reclamações por parte da vizinhança, além de notificações que indicam a possibilidade de aplicação de multas, caso não seja tomada uma medida efetiva para solucionar o problema dos níveis de ruído. Consciente da importância de abordar essa questão, o referido laboratório empenhou-se em encontrar soluções eficazes para reduzir o impacto sonoro e manter uma relação harmoniosa com a comunidade local.

A gestão de projetos é uma abordagem sistemática, estruturada e orientada para resultados que pode ser aplicada na resolução de problemas complexos, como a elaboração de uma solução para o problema do ruído excessivo, objeto desse relato (PMI, 2021). Conforme Turner e Müller (2005), a gestão de projetos é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto com a intenção de atender às suas necessidades. Através da gestão de projetos, é possível obter clareza na definição dos objetivos, estabelecer uma organização eficiente, gerenciar os recursos disponíveis de forma adequada, lidar com os riscos de maneira proativa, facilitar a comunicação efetiva entre as partes interessadas e garantir um controle adequado do processo ao longo do tempo (Kerzner, 2017).

O objetivo deste relato técnico é apresentar como foram entregues os resultados do projeto de atenuação dos ruídos gerados por um *chiller* dentro de uma indústria farmacêutica, respeitando as premissas de atender à demanda produtiva da empresa, bem como a legislação vigente sobre o nível máximo de ruído permitido naquela região. Para o desenvolvimento desse trabalho foi utilizada a orientação de relato de produção técnica, conforme Biancolino *et al.* (2012). Este trabalho pretende oferecer uma contribuição para a sociedade ao apresentar uma solução técnica para um problema enfrentado por empresas do setor farmacêutico, servindo como base para outras indústrias que enfrentam situações semelhantes.

2 Referencial teórico

2.1 Gerenciamento de projetos

Projeto é o esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Projetos são realizados para cumprir objetivos através da produção de entregas e, para tal, são aplicados conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos requisitos do mesmo (*Project Management Institute - PMI, 2021*). De uma forma geral, projetos implicam em despesas, ações singulares ou empreendimentos de alto risco nos quais é necessário concluir em um prazo e custo específicos, atendendo a determinadas expectativas de desempenho, além da disponibilidade dos recursos adequados para executar as suas atividades (Rabechini Jr. *et al.*, 2002).

O gerenciamento de projetos refere-se a orientar o trabalho do projeto para entregar os resultados pretendidos. Um gerenciamento de projetos sistemáticos consiste em métodos, kits de ferramentas e modelos, e pode ser visto como a aplicação sequencial de processos estruturados com a finalidade de institucionalizar práticas padronizadas (Monteiro *et al.*, 2015).

O trabalho nos domínios de desempenho do projeto é guiado pelos princípios do gerenciamento de projetos (PMI, 2021).

Um domínio de desempenho do projeto é um grupo de atividades relacionadas que são críticas para a entrega efetiva dos resultados do projeto. Os domínios de desempenho do projeto são áreas de ênfase interativas, inter-relacionadas e interdependentes que trabalham em uníssono para alcançar os resultados desejados do projeto. Existem oito domínios de desempenho do projeto: stakeholders, equipe, ciclo de vida, planejamento, trabalho de projeto, entregas, métricas e incertezas (Carvalho & Rabechini, 2023). Os domínios de desempenho são executados simultaneamente em todo o projeto, independentemente de como o valor é entregue (PMI, 2021).

A gestão das partes interessadas ou stakeholders, é meio importante para atingir os objetivos e é relevante para a obtenção de resultados nos projetos. A influência da gestão relacional dos stakeholders sobre a confiança é relevante e significativa. (de Oliveira & Rabechini, 2019). Para atingir seus objetivos, os gerentes de projeto devem ser vigilantes e flexíveis. A gestão dos relacionamentos dos projetos e o engajamento de importantes stakeholders são pontos relevantes para o sucesso no gerenciamento dos projetos (Bourne & Walker, 2005).

O domínio de desempenho de equipe aborda atividades e funções associadas às pessoas responsáveis pela produção de entregas do projeto, que realizam os resultados dos negócios. Esse domínio de desempenho envolve o estabelecimento da cultura e do ambiente que permite que um conjunto de diversos indivíduos evolua para uma equipe de projeto de alto desempenho. Isso inclui reconhecer as atividades necessárias para promover o desenvolvimento da equipe do projeto e incentivar comportamentos de liderança de todos os membros da equipe do projeto (PMI, 2021).

O ciclo de vida do projeto é a série de fases pelas quais um projeto passa desde seu início até sua conclusão. Consiste em fases que conectam a entrega do negócio e o valor das partes interessadas desde o início até o fim do projeto, e em fases que facilitam a cadência de entrega e a abordagem de desenvolvimento necessária para produzir as entregas do projeto (Biancolino *et al.*, 2012; PMI, 2021). Elas são gerenciadas por uma equipe de projeto, quando cada fase do ciclo de vida do projeto é de natureza diferente, exigindo diferentes habilidades, papéis e responsabilidades da equipe (Sidwell, 1990).

Conforme o Instituto de Gerenciamento de Projetos (*Project Management Institute* – PMI, 2021), o propósito da etapa de planejamento no gerenciamento de projetos é estabelecer um plano minucioso que estipule as metas, os alvos, as estratégias e as medidas necessárias

para alcançar o sucesso do projeto. Nessa fase, são identificados os requisitos, as restrições e os riscos do projeto, ao mesmo tempo em que são elaborados cronogramas, orçamentos e planos de comunicação. O planejamento proporciona uma visão clara e bem-organizada de como o projeto será executado, simplificando a coordenação das atividades, a distribuição dos recursos e o acompanhamento do progresso (Carvalho & Rabechini, 2023; PMI, 2021).

A equipe do projeto elabora progressivamente os documentos iniciais do projeto, como uma declaração de visão, termo de abertura do projeto, caso de negócios ou documentos semelhantes para identificar ou definir um caminho coordenado para alcançar os resultados desejados. A quantidade de tempo gasto no planejamento, tanto no início quanto ao longo do projeto, deve ser determinada pelas circunstâncias. É ineficiente gastar mais tempo planejando do que o necessário (Carvalho & Rabechini, 2023; PMI, 2021).

O trabalho do projeto está associado ao estabelecimento dos processos e à execução do trabalho que permite à equipe do projeto realizar as entregas e resultados esperados. O trabalho do projeto segundo o PMI (2021), consiste em:

- Gerenciar o fluxo de trabalho existente, novos trabalhos e adaptações no trabalho;
- Manter a equipe do projeto focada;
- Estabelecer sistemas e processos de projeto eficientes;
- Comunicação com as partes interessadas;
- Gerenciar materiais, equipamentos, suprimentos e logística;
- Trabalhar com profissionais contratados e fornecedores para planejar e gerenciar aquisições e contratos;
- Monitorar mudanças que possam afetar o projeto; e
- Permitir a aprendizagem do projeto e a transferência de conhecimento.

A entrega do projeto se concentra em atender aos requisitos, escopo e expectativas de qualidade para produzir as conclusões esperadas que conduzirão aos resultados pretendidos. Os projetos geralmente entregam vários resultados que as partes interessadas podem valorizar de maneira diferente (PMI, 2021). As entregas refletem os requisitos, escopo e qualidade das partes interessadas (de Oliveira & Rabechini, 2019), bem como os efeitos de longo prazo nos lucros (PMI, 2021).

A medição envolve avaliar o desempenho do projeto e implementar respostas para manter o desempenho ideal, e aborda atividades e funções associadas à avaliação do desempenho do projeto, bem como a tomada de ações apropriadas para manter um desempenho aceitável. A medição avalia o grau em que o trabalho realizado de entrega está atendendo às métricas identificadas no planejamento. Ter informações oportunas e precisas sobre o trabalho e o desempenho do projeto permite que a equipe do projeto aprenda e determine a ação

apropriada a ser tomada para lidar com as variações atuais ou esperadas do desempenho desejado. Estabelecer medidas eficazes ajuda a garantir que as coisas certas sejam medidas e relatadas às partes interessadas (PMI, 2021).

A incerteza é inerente a todos os projetos, apresenta ameaças e oportunidades que as equipes de projeto exploram, avaliam e decidem como lidar (Rabechini Jr & Carvalho, 2013). No sentido mais amplo é um estado de não saber ou a imprevisibilidade – ou ainda, o desconhecido (Shenhar & Dvir, 2010). Os riscos são um aspecto da incerteza, sendo definido pelo PMI (2021) como um evento ou condição incerta que, se ocorrer, tem um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto.

Para gerir os riscos de forma eficaz, a equipe do projeto precisa saber qual nível de exposição a riscos é aceitável na busca dos objetivos do projeto. Estabelecer um ritmo ou cadência frequente de sessões de revisão e feedback de uma ampla seleção de partes interessadas é útil para gerir os riscos do projeto e ser proativo com as respostas aos riscos (PMI, 2021). Em qualquer situação de decisão, ameaças e oportunidades geralmente estão envolvidas, e ambas devem ser gerenciadas (Ward & Chapman, 2003).

2.2 Ruídos

Berglund, Lindvall e Schwela (1999) definem ruído como um som indesejado, já que não há diferença física entre som e ruído. A faixa de frequência audível é normalmente considerada de 20 a 20.000 Hz para pessoas jovens e com audição perfeita, sendo que a maioria dos ruídos presentes no ambiente consiste em uma combinação complexa de várias frequências distintas (Berglund *et al.*, 1999).

Basner *et al.* (2014) destacam a extensão dos efeitos do ruído na saúde, indo além dos efeitos auditivos, enfatizando a importância de políticas de controle de ruído e medidas de mitigação para proteger a saúde e o bem-estar das pessoas, sendo que a exposição crônica ao ruído está associada a uma série de efeitos adversos na saúde, incluindo distúrbios do sono, estresse e, prejuízos cognitivos, entre outros. Basner *et al.* (2014) também analisam os efeitos do ruído na qualidade de vida e no bem-estar, destacando que a poluição sonora pode levar a problemas de saúde mental, como ansiedade e depressão.

3 Método da produção técnica

Em pesquisa realizada utilizando a base de dados Scopus, em junho de 2022, usando como palavras-chave, *chiller* AND *Noise*, foram encontrados os resultados conforme Tabela 1.

Tabela 1.*Artigos Encontrados na Base Scopus (Palavras-Chave: Chiller AND Noise)*

Ano de publicação	Quantidade de Artigos
2022	4
2021	8
2020	9
2019	10
2018	12

Fonte: Autores.

Nota-se que são escassos os trabalhos abordando esse tema na literatura acadêmica, por outro lado, considerando-se a grande quantidade de empresas do setor industrial, e de outros setores, bem como a quantidade de prédios comerciais onde se utiliza sistemas de ar-condicionado central, que podem enfrentar o mesmo problema, este relato torna-se relevante.

O *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK, 2021) descreve um conjunto de boas práticas na gestão de projetos e leva em consideração diversos processos e características aplicadas à gestão do projeto (PMI, 2021), que foram aplicadas na evolução do projeto de atenuação de ruídos dos *chillers* em uma indústria farmacêutica, que foram apresentadas neste relato técnico.

O método utilizado foi o relato de caso (experiência), onde foram aplicados os conceitos de domínio de desempenho, sendo um dos autores deste relato técnico o gestor e executor deste projeto (Wieringa, 2014). Este modelo se concentra na apresentação de seis fases da gestão do projeto. Essas fases podem ser lidas como sendo o ciclo de vida do projeto. São elas: início ou viabilidade, planejamento, execução, medições, implementação e encerramento do projeto (Martens *et al.*, 2021).

Nessa pesquisa, os investigadores desempenharam papel ativo na solução dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em razão dos problemas ao longo da implementação deste projeto (Provdanov & Freitas, 2013).

O projeto foi conduzido, respeitando as premissas de atender à demanda produtiva da empresa, bem como à legislação vigente sobre o nível máximo de ruído permitido na região. Durante toda a evolução do projeto, a gestão dos stakeholders mostrou-se ser um dos domínios de desempenho mais necessários para que o projeto pudesse ser implementado com sucesso, confirmando Bourne e Walker (2005) e Carvalho e Rabechini (2023). A indústria farmacêutica, onde ocorreram os fatos narrados nesse relato, tem um perfil relacional de trabalho e de

confiança entre as equipes; por conta disso, a atenção aos stakeholders passou a ser fator relevante, confirmando os achados de Provando Oliveira & Rabechini (2019), onde gestão relacional dos stakeholders influenciou positivamente a confiança no ambiente de projetos.

Os principais stakeholders envolvidos diretamente nesse projeto foram: a indústria farmacêutica patrocinadora do projeto, representada pelo seu diretor de engenharia corporativa, a gerente industrial, o gerente de engenharia e manutenção, o gestor do projeto, as equipes: internas de manutenção mecânica, elétrica e civil, de operação de utilidades, de segurança do trabalho e a de meio ambiente, assim como as empresas contratadas, sendo representadas por suas equipes comerciais e técnicas. Houve também partes interessadas envolvidas indiretamente, que não foram envolvidas nas fases do projeto, mas que se beneficiaram com a implementação desse projeto, como os vizinhos por exemplo.

4 Análise e discussão dos resultados

4.1 Contexto do projeto

O problema ocorreu em uma indústria farmacêutica de grande porte, com faturamento anual superior a 600 milhões de reais. A área ocupada pela indústria é de aproximadamente 7.800m², localizado na região metropolitana da cidade de São Paulo. Por causa do uso de *chiller*, enfrentava problemas relacionados à poluição sonora, recebendo reclamações da vizinhança e notificações de possíveis multas, caso a questão dos níveis de ruído não fosse resolvida.

Após a identificação da situação problema, como estabelece Turner e Müller (2005) e Kerzner (2017), que ocorreu por conta de reclamação da poluição sonora, comprovada por medições rotineiras dos ruídos, realizada pela equipe de gestão ambiental da empresa, foi convocada uma reunião inicial com os principais stakeholders e definido que a empresa patrocinaria esse projeto.

4.2 Início do projeto

Na fase de início do projeto, foram levantadas todas as necessidades específicas e foi criado o termo de abertura do projeto. Durante a reunião de início do projeto (*kickoff*), realizada com os principais stakeholders, foi definido que o projeto de atenuação de ruídos deveria acontecer com a maior urgência possível, e que os procedimentos internos de viabilidade financeira e aprovações da diretoria deveriam se iniciar imediatamente. Por se tratar de uma

indústria farmacêutica, foi necessária a abertura de um documento de controle de mudanças. O documento de controle de mudanças envolve todos os setores da empresa, e visa verificar com os setores qual o impacto da mudança.

A partir da definição do projeto e do termo de abertura, iniciou-se a fase de planejamento. Durante o planejamento das atividades do projeto, ficou definido que essa atividade seguiria em duas etapas distintas: elaboração do projeto executivo e implementação do projeto. Foram então criados os escopos específicos para cada uma dessas fases, e executados como descritos a seguir.

4.3 Elaboração do projeto executivo

Considerando a falta de especialidade da indústria farmacêutica nesse tipo de problema, e com o objetivo de solucionar a questão do ruído, ficou definido na reunião inicial do projeto que a melhor alternativa seria a contratação de uma empresa especializada para que fosse feita uma medição inicial e um projeto executivo de atenuação do ruído do *chiller*. A premissa básica foi que, após a implementação do projeto, o ruído medido ficasse abaixo dos parâmetros máximos permitidos legalmente. Desta forma, o referido laboratório ficaria em conformidade com as normas vigentes sobre ruídos.

O escopo da contratação do projeto previa que a empresa vencedora da licitação deveria analisar a área onde o equipamento estava instalado, dimensionar a câmara redutora de ruídos, definir e especificar quais materiais deveriam ser utilizados e o detalhamento da construção física e produção dos desenhos técnicos executivos. O detalhamento deveria ser suficientemente capaz de orientar outra empresa na execução da implementação do projeto. Além disso, também seria premissa do projeto, assegurar uma redução do nível de ruído gerado pelo equipamento de pelo menos 10%.

Uma das características de um *chiller* é a troca de calor que deve haver entre a máquina e o ambiente. Essa troca de calor acontece através de ventiladores, que movimentam grande quantidade de ar, que é forçado a atravessar as serpentinas por onde passam os fluidos refrigerantes do *chiller*. Devido a essa característica, o projeto deveria considerar esse fluxo de ar durante a construção da cabine acústica.

O departamento de engenharia da indústria farmacêutica em questão já conhecia essa característica do equipamento, e entendendo que havia ali uma incerteza que poderia gerar riscos ao projeto, definiu, como contingência, que a empresa vencedora da licitação, além de considerar as características de passagem de fluxo de ar no seu projeto executivo, mantendo a

premissa da redução dos ruídos emitidos, também deveria receber a anuência do fabricante do equipamento referente à solução apresentada. A Figura 1 apresenta a imagem do *chiller* que foi alvo do projeto de atenuação de ruído.

Figura 1.

Chiller Sem a Cabine de Atenuação de Ruído



Fonte: Autores

4.4 Planejamento da implementação do projeto

De posse do projeto executivo iniciou-se o planejamento das atividades de implementação do projeto de atenuação de ruído do *chiller*. As atividades foram divididas em duas atividades macro, que correram em paralelo, pois apesar de serem interdependentes, teriam prazos de implementação diferentes. A primeira atividade macro foi a substituição dos “pés” originais do *chiller*, por molas atenuadoras de ruído, e a segunda foi a construção da cabine acústica.

4.5 Execução

A licitação aconteceu e a empresa vencedora cumpriu as premissas definidas no escopo, assim como o planejado, como determina Rabechini Jr. *et al.* (2002). Durante a elaboração do projeto foi definido que, para solucionar a questão do fluxo de ar necessário para o funcionamento adequado do *chiller*, seriam utilizadas venezianas acústicas, que são capazes de atenuar o ruído, oferecendo pouca resistência ao fluxo de ar. Essa abordagem permitiu

equilibrar a redução de ruído com a manutenção da eficiência do sistema de ventilação, garantindo um ambiente acusticamente adequado para a operação do equipamento.

Durante a elaboração do projeto, foi notado que os “pés” do equipamento deveriam ser substituídos, pois de acordo com a engenharia da empresa contratada, a vibração do equipamento junto ao solo também causava ruído. A orientação da empresa responsável pelo projeto, com a anuência e a colaboração do fabricante do equipamento, foi a aquisição de molas especiais, dimensionadas de acordo com o peso e vibração gerada pelo equipamento. Essa aquisição foi feita por uma empresa especializada nesse tipo de suporte.

De posse dessas informações e do projeto executivo, iniciou-se o processo de aquisição e, posteriormente, a primeira fase de implementação, que foi a substituição dos “pés” originais do *chiller* por molas atenuadoras de ruído. Ao mesmo tempo, foram iniciados os processos de compra e fabricação externa das venezianas acústicas que seriam utilizadas na segunda fase da implementação: a construção da cabine acústica. Essas etapas foram cuidadosamente executadas para garantir uma abordagem sequencial e eficiente na redução do ruído do equipamento.

A tarefa de instalação das molas atenuadoras de ruído demandava uma ação que exigia a parada da máquina, o que poderia resultar em interrupção inesperada da produção. Para minimizar o impacto produtivo, foi realizada uma negociação com a equipe de produção e agendada a execução da instalação para um fim de semana específico. Dessa forma, foi possível realizar o trabalho necessário sem comprometer a operação regular da empresa durante os dias úteis.

Durante a execução do trabalho, foram realizadas três atividades importantes: a instalação das molas atenuadoras de ruído, o içamento do *chiller*, com peso em torno de 3800 kg, e o calçamento adequado do equipamento por questões de segurança. Essas tarefas complexas exigiram a contratação de uma equipe especializada em movimentação de máquinas, e outra responsável pela instalação mecânica das molas. Além disso, contou-se com o apoio da equipe de segurança do trabalho, que desempenhou um papel relevante na identificação, avaliação e mitigação dos riscos envolvidos nesse processo.

Como o equipamento foi movimentado, também houve a necessidade de contratar para essa ação, equipes de manutenção elétrica e de manutenção hidráulica. A equipe de manutenção elétrica desenergizou o equipamento antes da ação e o reenergizou após a ação. Da mesma forma, a equipe de hidráulica desconectou os tubos de água gelada antes da ação e adequou os tubos novamente após a ação, considerando a nova altura do equipamento.

Foi iniciada então a segunda fase da execução, que foi a instalação da cabine acústica. De acordo com o projeto executivo, a cabine acústica tem a altura de 4 m, por isto, também foi necessário o apoio da equipe de segurança do trabalho, para que os riscos de segurança pudessem ser apontados e mitigados. A Figura 2 apresenta o trabalho da cabine de atenuação de ruídos já instalada.

Figura 2.

Chiller Com a Cabine de Atenuação de Ruído Instalada



Fonte: Autores.

4.6 Medição

Durante o período de produção do projeto executivo, o fornecedor contratado fez quatro entregas parciais. Essas entregas foram apresentadas e discutidas com os principais stakeholders na empresa e houve a necessidade de alguns ajustes, como no exemplo da falta de algumas venezianas acústicas, o que impossibilitava a passagem do fluxo de ar necessário para o funcionamento do *chiller*. Houve ajustes relacionados ao processo de trabalho, como no exemplo em que foi necessária a criação de um acesso de manutenção. E por fim, houve um ajuste relacionado à arquitetura, onde foi necessária a instalação de uma porta, pois a aparência externa da cabine não estava em harmonia com o ambiente.

Antes do início do projeto, foram feitas medições de ruídos próximos ao *chiller* e o resultado foi em torno de 76dB, enquanto o limite máximo aceitável seria de 70dB. Após o projeto de atenuação ser instalado, as mesmas medições apontaram o resultado em torno de 65dB, registrando uma redução de 11dB (14%), conforme a Tabela 2. Os testes feitos pela

equipe de utilidades, que é responsável pela operação do equipamento, apontaram que a performance do *chiller* não foi afetada, e que o sistema continuava sendo capaz de controlar a temperatura e a umidade das áreas como fazia antes das intervenções.

Tabela 2.

Níveis de ruído medidos

	Nível do ruído
Limite máximo	70dB
Antes do projeto	76dB
Depois do projeto	65dB

Fonte: Autores.

4.7 Implementação e acompanhamento

Os testes realizados foram satisfatórios e o equipamento foi liberado para utilização, sem restrições de uso, porém ainda estava sob observação. O *chiller* ficou sob verificação constante da equipe de engenharia da indústria farmacêutica por 30 dias, tempo esse considerado suficiente para a identificação de qualquer problema relacionado à intervenção. Nesse período, não foram anotadas anomalias que pudessem inviabilizar a entrega do projeto. Dessa forma, o projeto foi entregue à equipe de utilidades, sem restrições.

4.8 Encerramento

Após a entrega do projeto, foi gerado um termo de aceite, conforme Monteiro *et al.*, (2015) e PMI (2021), sendo assinado pelos principais stakeholders envolvidos desde o início do trabalho, assim como o patrocinador, representado pelo diretor de engenharia da empresa. Não havendo mais trabalhos, o projeto foi encerrado e arquivado. Ademais, as equipes envolvidas nesse trabalho foram liberadas para seguir com suas atribuições e responsabilidades.

4.9 Relevância e contribuição para a sociedade

Equipamentos de refrigeração como *chillers* são utilizados com frequência, tanto nas indústrias farmacêuticas, como em outras indústrias e em prédios comerciais com controle de ar-condicionado central. De acordo com a Pesquisa de Consumo de Energia de Edifícios Comerciais de 2018 (CBECS), embora os *chillers* centrais tenham sido usados em apenas 3%

dos edifícios comerciais, esses edifícios representam 19% da área total das edificações. (Energy U S Department, 2018).

Este trabalho descreve detalhadamente todas as fases de um projeto para a solução de um problema de atenuação de ruídos de um *chiller* em uma indústria farmacêutica, beneficiando a sociedade em seu entorno e contribuindo para o meio ambiente.

5 Considerações finais

Desde o início do projeto até a sua entrega, todo o esforço empreendido para realizar o trabalho foi produtivo e proveitoso, tanto para os que participaram diretamente do projeto, quanto para as equipes, que precisaram superar os vários problemas durante a condução do empreendimento e foram acrescidas de experiência quando as soluções eram encontradas.

Compreende-se que o objetivo geral do trabalho foi atingido, sendo apresentado neste relato técnico, de forma detalhada, como foi elaborada e executada a gestão e a implementação do projeto de atenuação dos ruídos gerados por um *chiller* em uma indústria farmacêutica, respeitando as premissas de atender à demanda produtiva da empresa, bem como à legislação vigente sobre o nível máximo de ruído permitido naquela região.

Durante a evolução do projeto, todas as características dos domínios de desempenho apresentadas no referencial teórico foram utilizadas e apresentadas em forma de ações na evolução do projeto, como preconizam Carvalho & Rabechini (2023). Com o objetivo de facilitar a compreensão, as fases do projeto foram respeitadas e apresentadas individualmente, buscando seguir uma cronologia razoável.

Conforme Martens *et al.* (2021), a abordagem adotada neste relato foi direcionada à melhoria, introduzindo uma solução inovadora para um problema recorrente. Como previamente mencionado, realizou-se um estudo que concluiu que a redução significativa do ruído produzido pelo equipamento poderia ser alcançada através da instalação de cabines acústicas e da colocação de molas especiais em sua base.

Dessa forma, considerando que durante todo o projeto e sua evolução, foram utilizados como referências os conceitos do PMI (2021), que apresentam os preceitos teóricos e as melhores práticas de gestão de projetos globalmente aceitas, espera-se que este relato venha a contribuir com a construção do conhecimento técnico-científico da comunidade acadêmica e de profissionais que venham a absorver as experiências aqui relatadas. Essa solução tem potencial para ser replicada em outros *chillers* que apresentem problemas semelhantes, beneficiando a sociedade em seu entorno e o meio ambiente, pela redução do seu nível de ruído.

A solução apresentada neste relato foi desenvolvida exclusivamente para um *chiller* localizado do lado externo da edificação, portanto, não pode ser replicada para outros equipamentos geradores de ruído sem uma análise técnica prévia, uma limitação. Como sugestões de trabalhos futuros sugere-se a utilização dos procedimentos deste relato técnico em equipamentos congêneres, para base de comparações de pesquisa com trabalhos correlatos.

Referencias

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). *Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n° 658*, de 30 de março de 2022, dispõe sobre as diretrizes gerais de boas práticas de fabricação de medicamentos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 31/03/2022.
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S., (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925), 1325-1332.
- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D. H., & World Health Organization. (1999). *Guidelines For Community Noise*.
- Biancolino, C. A., Kniess, C. T., Maccari, E. A., & Rabechini Jr., R. (2012). Protocolo para Elaboração de Relatos de Produção Técnica. *Revista Gestão e Projetos*, 3(2), 294-307. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/gep/article/view/9467>
- Bourne, L., & Walker, D. H. T. (2005). The paradox of project control. *Team Performance Management*, 11(5–6), 157–178. <https://doi.org/10.1108/13527590510617747>
- Carvalho, M. M. D., & Rabechini Junior, R. (2023). *Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos*. Atlas, São Paulo.
- De Oliveira, F. G., & Rabechini, R. (2019). Stakeholder management influence on trust in a project: A quantitative study. *International Journal of Project Management*, 37(1), 131–144. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2018.11.001>
- Energy U S Department. (2018). Commercial Buildings Energy Consumption Survey. *U.S. Energy Information Administration*, October, 1–269.
- Héroux, M. E., Babisch, W., Belojevic, G., Brink, M., Janssen, S., Lercher, P., Paviotti, M., Pershagen, G., Wayne, K. P., Preis, A., Stansfeld, S., van den Berg, M., & Verbeek, J. (2015). WHO environmental noise guidelines for the European Region. *Euronoise 2015*, 2589–2593.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards: A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance*. John Wiley & Sons.
- Khasawneh, O. F. S., Halim, H., Abdullah, S. N., Razali, S. A., Algburi, H. R. F., & Salleh, A. H. (2020, September). Characterization of Environmental Noise Pollution Based on Noise Measurement and Mapping at USM Engineering Campus. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 920 (1), 012004. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/920/1/012004>
- Martens, C. D. P., Pedron, C. D., & Oliveira, J. C. (2021, jul./dez.). Editorial. Diretrizes para elaboração de artigos tecnológicos, artigos aplicados ou relatos técnicos de produção com ênfase profissional. *Revista Inovação, Projetos e Tecnologias - IPTEC*, São Paulo, 9(2), 143-147. <https://doi.org/10.5585/iptec.v9i2.21117>

- Monteiro, M., Carvalho, D., Patah, L. A., & Bido, D. D. S. (2015). Project management and its effects on project success: Cross-country and cross-industry comparisons. *International Journal of Project Management*, 33(7), 1509–1522.
- Project Management Institute - PMI. (2021). *PMBOK Guide* 7th edition. In Project Management Institute, Inc. 14 Campus Boulevard Newtown Square, Pennsylvania, USA.
- Provdanov, C. C., & Freitas, E. C. De. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. Novo Hamburgo: Feevale.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Rabechini Jr, R., Carvalho, M. M. D., & Laurindo, F. J. B. (2002). Critical factors for implementing project management: the case of a research organization. *Production*, 12, 28-41.
- Rabechini Junior, R., & Carvalho, MMD (2013). Relationship between risk management and project success. *Production*, 23, 570-581.
- Shenhar, AJ, & Dvir, D. (2010). *Reinventing Project Management: The Diamond Approach to Successful Growth and Innovation*. São Paulo: M. Books.
- Tripathy, D. P. (2008). *Noise pollution*. APH Publishing. New Delhi, India.
- Turner, J. R., & Müller, R. (2005). The Project Manager's Leadership Style as a Success Factor on Projects: A Literature Review. *Project Management Journal*, 36(2), 49-61.
- Wieringa, R. J. (2014). *Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering*. London: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.