

# ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM BASES DE CONCRETO PARA SILOS METÁLICOS DE FUNDO PLANO

MICHELC, Izabelle Donner<sup>1</sup>  
GOLINHAKI, Sabrine<sup>2</sup>  
PEDROSO, Rafael Martini<sup>3</sup>  
VASCONCELOS, Jessica Hipólito<sup>4</sup>  
SANTOS, Fabio de Souza<sup>5</sup>

## RESUMO

Assim como outras obras da construção civil, as unidades de armazenagem de grãos também possuem manifestações patológicas que podem trazer prejuízos nos equipamentos, na estrutura, assim impactando o valor final do produto. São importantes as análises de anomalias existentes para evitar sinistros na unidade ou danos estruturais. Este trabalho tem por objetivo o estudo de manifestações patológicas em bases de concreto para silos metálicos de fundo plano e através de visitas a unidade e entrevista com o proprietário, analisar suas origens, possíveis causas e correções. O estudo apresentou manifestações patológicas por agentes biológicos e infiltrações, sendo justificadas pela falta de manutenção preventiva nas bases e túneis dos silos e falta de impermeabilização. Concluiu-se que é importante realizar manutenções preventivas nas áreas estruturais como de equipamentos, a fim de não comprometer o funcionamento da unidade e a qualidade do produto.

**Palavras-chave:** Armazenagem. Bases de silos. Manifestações patológicas.

## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é uma categoria importante na economia mundial e há a necessidade de crescimento para suprir a demanda da humanidade. Ele se divide em vários setores, um deles é a armazenagem de grãos que vem se destacando pelo recorde de produção nas lavouras. Por outro lado, a infraestrutura nacional de armazenagem não acompanha a produção de grãos, comprometendo o valor

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Civil – Centro Universitário Campo Real ([eng-izabellemichelc@camporeal.edu.br](mailto:eng-izabellemichelc@camporeal.edu.br)).

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Civil, professora do Centro Universitário Campo Real ([prof\\_sabrinegolinhaki@camporeal.edu.br](mailto:prof_sabrinegolinhaki@camporeal.edu.br)).

<sup>3</sup> Especialista, professor do Centro Universitário Campo Real. ([prof\\_rafaelpedroso@camporeal.edu.br](mailto:prof_rafaelpedroso@camporeal.edu.br)).

<sup>4</sup> Mestre, professora do curso de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Campo Real ([prof\\_jessicavasconcelos@camporeal.edu.br](mailto:prof_jessicavasconcelos@camporeal.edu.br)).

<sup>5</sup> Mestre em Engenharia Mecânica e professor nos cursos de engenharia mecânica e engenharia civil no Centro Universitário Campo Real, ([prof\\_fabiosantos@camporeal.edu.br](mailto:prof_fabiosantos@camporeal.edu.br)).

econômico dos produtos. Aspirando a industrialização do agronegócio, é primordial que a armazenagem no país supra as demandas e seja eficaz técnica e economicamente (BIANCHIN, 2013).

Segundo o mesmo autor, com unidades de armazenagens com silos, sejam em fazendas ou cooperativas, há redução de custos e tempo de operação, em razão de controlar melhor as pragas, temperatura, umidade, assim, aumentando o valor agregado ao produto (BIANCHIN, 2013). Além disso, para Neto (2018) a infraestrutura e a logística do país precisam melhorar, pois a armazenagem em silos e o transporte são aliados, garantindo economia de espaço físico, mão de obra, custo de transporte e a conservação do produto.

Assim como outras construções, unidades armazenadoras também são passíveis de apresentar manifestações patológicas podendo ou não comprometer sua estrutura, diminuindo o desempenho desejado e o ciclo de vida do equipamento. O erro na construção de uma estrutura ou montagem de silo pode causar danos irreversíveis, com consequências em perdas ou contaminação dos grãos, perda da estrutura, civil e/ou metálica, custos para reposição, problemas ambientais e com terceiros e de limpeza (SANTOS, 2017). Assim, de acordo com Picchi (1993), é indispensável o estudo de manifestações patológicas a fim de evitar futuros sinistros. Segundo Santos (2017), manifestações patológicas causadas pela má impermeabilização ou a falta dela nesse tipo de construção não são um assunto muito conhecido, pois raramente é feita ou não há manutenção ou é realizada de maneira incorreta. Assim como Santos (2017), que estudou sobre manifestações patológicas, o autor Bianchin (2013) afirmou que em bases de silos metálicos de fundo plano há razoáveis indícios de recalque nas bases, decorrente da fundação, que são calculadas de acordo com a distribuição de tensão entre o fundo e o anel da base.

Frente a essa questão, o objetivo deste trabalho é analisar manifestações patológicas estruturais em duas bases de concreto de silos metálicos de fundo plano em uma unidade localizada na cidade de Santa Maria do Oeste/PR. A análise será feita através de projetos da construção, visita a unidade e entrevistas, possibilitando detectar as manifestações patológicas, as possíveis causas e propor correção para os problemas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 TIPOS DE SILOS

Segundo Sérvulo (2012) as estruturas destinadas ao armazenamento de grãos são classificadas entre silos de concreto, armazéns graneleiros, silos herméticos e silos metálicos. A capacidade desejada dos silos é o que faz a escolha adequada do modelo, podendo ser a capacidade em sacas ou toneladas, assim utilizando pequenas ou grandes áreas.

O foco desse trabalho serão os silos metálicos, conforme figura 1, podendo ser de pequena, média ou grande capacidade, sendo feitos de chapas de ferro galvanizado ou alumínio, lisas ou corrugadas, dividindo-se em fundo plano, cônico ou elevado (SANTOS, 2017).

Figura 1 – Silos metálicos



Fonte: Kepler Weber, 2020.

Segundo a empresa Kepler Weber (2013), os silos planos caracterizam-se pelo baixocusto por tonelada armazenada, opção mais viável para estocagem a longo prazo e possível ampliação sem utilizar mais espaço físico, como pode ser observado na figura 2.

Figura 2 – Silos planos.



Fonte: Consilos, 2017.

Os silos elevados são utilizados para pulmão, separação de produtos e armazenagem de resíduos. Possuem escada e passarelas de descanso. Tem como característica principal a facilidade de carga e descarga de grão. São utilizados também como silos de expedição. Assim como apresenta a figura 3.

Figura 3 – Silo elevado.



Fonte: Consilos, 2017.

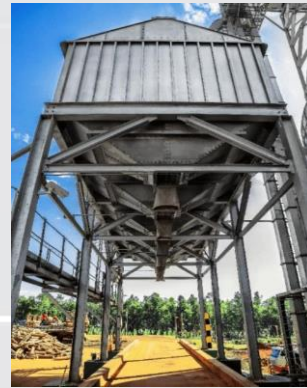
De acordo com as figuras 4 e 5, a tulha tem como principal função a expedição em relação a armazenagem de grãos. Possuem sistemas eletrônicos para avisar quando está com sua capacidade no limite, e sua bicas de descarga podem ser acionadas por sensores ou manualmente.

Figura 4 - Expedição rodoviária a granel.



Fonte: Teixeira, 2002.

Figura 5 - Tulha Metálica



Fonte: Kepler Weber, 2020.

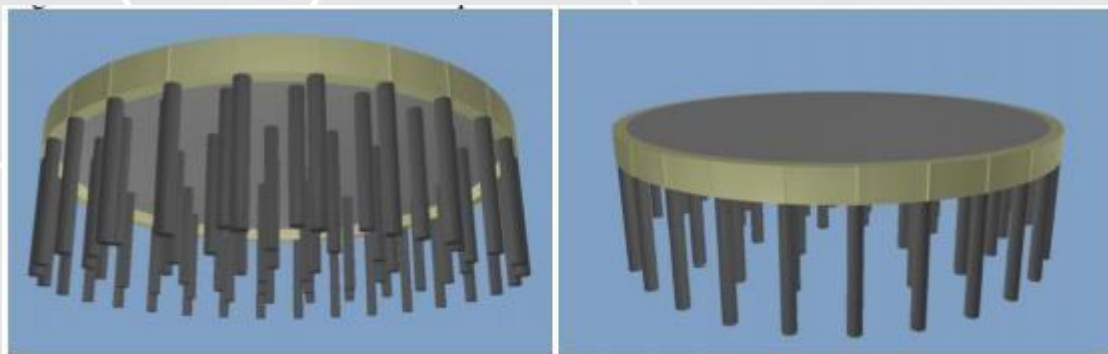
## 2.2 FUNDAÇÃO DE SILOS

Segundo Velloso e Lopes (2004), os elementos necessários para o desenvolvimento de um projeto de fundação são a topografia da área, compreendido por levantamento topográfico, dados sobre taludes, encosta e a geomorfologia do local. Também são necessárias investigação do subsolo, mapas e fotos aéreas.

Sobre a obra a construir, são necessárias informações da finalidade e ocupação, qual sistema estrutural, qual sistema construtivo e as cargas que farão esforço nas fundações. Sobre as construções vizinhas, é necessária a maior quantidade de informações possível, sendo o tipo de construção, tipo de fundação, ocupação, tipo de estrutura e fundação (VELLOSO E LOPES, 2004)

Os projetos para silos planos são divididos em superestruturas e infraestruturas, sendo a parte metálica - corpo do silo e telhado - a superestrutura. A infraestrutura divide-se entre base e fundação, sendo a fundação definida de acordo com o tipo de solo, porém é mais comum a utilização de estacas e a base é o anel, conforme Figura 6, canaletas de aeração e a laje (FORTES FILHO, 1985).

Figura 6 - Infraestrutura do silo de fundo plano.



Fonte: Neto, 2018.

### 2.3 IMPERMEABILIZAÇÃO EM BASES DE SILOS

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2013), a impermeabilização é o conjunto de operações e técnicas construtivas, mão de obra qualificada, composto por camadas, com o objetivo de proteger as construções das ações agressivas de fluídos, vapores e da umidade. Segundo Souza (1998), os principais fatores para haver manifestações patológicas podem ser a baixa qualidade dos impermeabilizantes ou a falta dele, dimensionamento errôneo do escoamento das águas, falta de conhecimento sobre efeitos térmicos, falta de mão de obra qualificada, má execução das juntas ou má concretagem.

Segundo Conceito Sul Impermeabilizações (1994) em bases de concreto para silos, é indicada a aplicação de manta asfáltica para evitar infiltrações, condensações e climatiza o ambiente interno, mantendo a umidade e temperatura adequada.

### 2.4 RECALQUE EM SILOS METÁLICOS

No estudo de Thomaz (1989), comenta-se que os solos são formados por partículas sólidas, compostas por água, ar e material orgânico e são deformáveis, pois estão sujeitos a cargas externas. Silos metálicos possuem grandes esforços axiais produzidos pelo peso dos grãos e da estrutura metálica, assim o solo recebe à pressão a compressão da base devido as cargas da base. Se houverem cargas fora do centro, como cargas verticais, laterais ou de vento, é comum ocorrer recalque (LUBERK, A. et. al., 2015).

Sobre recalque em fundações profundas em uma edificação PRUNUNCIATI,

P. L. et.al. (2018) aponta que:

O recalque em fundações profundas e sua influência numa edificação tem semostrado um parâmetro crítico, já que em diversos projetos a capacidade decarga não é o fator limitante, mas sim o recalque que a estrutura pode suportar sem sofrer danos, ou seja, no seu estado limite de serviço (ELS). (PRUNUNCIATI, P. L. et. al., 2018, p. 2).

O recalque pode ser ocasionado pelo tipo de estrutura, altura, cargas e rigidez. Quando há a presença de recalque em alguma construção há a presença de fissuras que podem ser formados por carga de trabalho superior à carga admissível do solo ou de camadas inferiores do solo; falta de homogeneidade do solo; rebaixamento do lençol freático ou incorporação de água em terrenos; influência de cargas de entorno e vizinhança; condições diferenciadas de apoio e carga ou uso de diferentes tipos de fundação; erosão, escavação ou falha no subsolo; influência de vegetação ou tubulação adjacente; congelamento, inundações ou vibrações (LIMA, 2015).

## 2.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM BASES DE CONCRETO DE SILOS PLANOS

Segundo Santos (2017), como toda e qualquer construção, as unidades armazenadoras de grãos sofrem degradação e podem se tornar manifestações patológicas, reduzindo sua vida útil. O erro na construção de um silo pode ser agressivo, causando perda de investimentos, contaminação do ambiente e dos grãos, perda de material, alto custo com limpeza e problemas ambientais.

Seguindo o mesmo autor, os erros mais frequentes para ocorrer em unidades está no erro na montagem do silo, falta de especialização para operar equipamentos, recalque na estrutura e a mais comum, falta de manutenção. Nas primeiras operações é possível observar os erros de projeto ou montagem, ficando a estrutura comprometida (SANTOS, 2017).

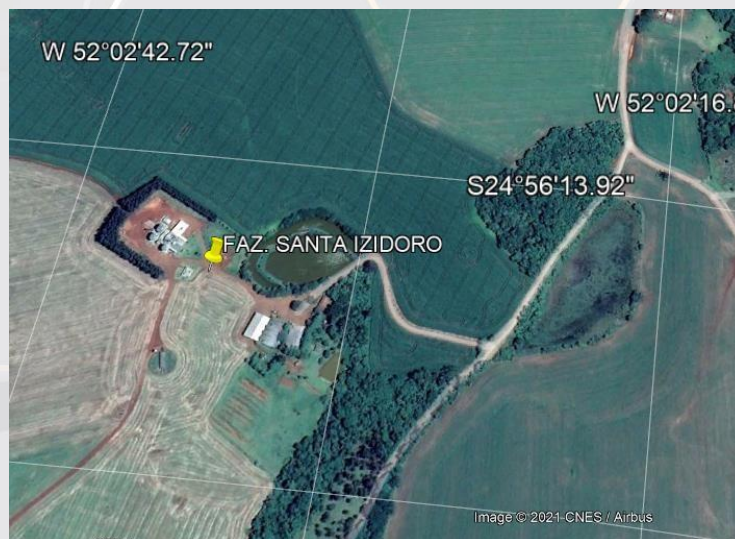
Os silos, como todos os equipamentos, precisam passar por manutenção preventiva anualmente, ao fim de cada safra ou quando houver a troca de produtos (SANTOS, 2017).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho traz uma pesquisa descritiva por ter fundamentação teórica e também de característica exploratória por ter como fundamento a coleta de dados. Na apresentação dos resultados a pesquisa se torna qualitativa e quantitativa, pois serão realizadas análises de dados coletados através de questionários, análise de projetos, imagens e entrevista com o proprietário.

O estudo foi realizado em uma unidade armazenadora do produtor rural Alexandre Seitz, Fazenda Santa Izidoro, cidade de Santa Maria do Oeste, estado do Paraná, (Figura 7 e 8), e construída no ano de 2013, de acordo com o anexo I e II da planta baixa da unidade. A responsável pela obra civil foi a construtora MSouza Ltda., localizada na cidade de Pinhão-PR. Os equipamentos mecânicos e montagem foi realizada pela empresa Kepler Weber Industrial S.A., localizada na cidade de Panambi-RS.

Figura 7 - Localização Fazenda Santa Izidoro.



Fonte: Google Earth, 2020.



Figura 8 – Visão ampla das bases dos silos.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Para o escopo da pesquisa, a análise foi restrita apenas aos elementos de concretos, sendo a fundação e base de dois silos metálicos de fundo plano. O estudo dividiu-se em três etapas: coleta de dados, análise e diagnóstico. Com os dados obtidos, pode-se observar se os problemas ocorreram em projetos, execução ou na manutenção da unidade.

### 3.1 COLETA DE DADOS

No dia 19 de outubro de 2020, foi realizada uma visita na unidade para obter conhecimentos das manifestações patológicas das bases de concreto e no dia 21 de outubro de 2020 foi realizada a entrevista com o proprietário da fazenda para se adquirir dados para a análise proposta.

As empresas anteriormente citadas, responsáveis pelo projeto e execução, cederam os projetos estruturais e arquitetônicos da obra que foram utilizados para a construção da unidade.

### 3.2 ANÁLISE

A análise consistiu em verificar e identificar os problemas que obtiveram na construção da unidade e se as manifestações patológicas existentes eram provenientes de erros de projetos, má execução ou falta de manutenção.

### 3.3 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico caracterizou-se no estudo das manifestações patológicas verificadas, identificando suas origens, consequências na estrutura e possível correção por parte do proprietário.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o projeto arquitetônico da Kepler Weber, conforme anexo III, para o modelo de silo 3612, sendo 36 o diâmetro em pés e 12 a quantidade de anéis, foi dimensionada, de acordo com anexo IV e V pela empresa MSouza, a fundação com estaca escavada moldada “in loco” em concreto de aproximadamente 10 metros de profundidade cada e a base do silo de acordo com as tensões e as cargas provenientes do silo adquirido.

De acordo com Bianchin (2013), para silos 3612 a fundação mais indicada é de uma estaca a cada dois montantes, pois é mais viável economicamente e suporta a carga solicitada. Para silos maiores, a partir do 7818, o recomendado é uma estaca a cada montante, pois não há a necessidade de reforçar o anel, pois a carga é transferida diretamente à estaca.

De acordo com registro fotográfico do local e as entrevistas observou-se manifestações patológicas oriundas de erro na execução e falta de manutenção da unidade. Com as figuras 9 e 10 observa-se a presença de agentes biológicos causada pela falta de manutenção. Nas figuras 11 e 12, tem-se presença de infiltração no túnel, causada pela falta de impermeabilização, que segundo a empresa responsável pela execução da obra, não foi aplicado. A existência das juntas, como mostram as figuras 13 e 14, é projetada para possível recalque na estrutura.

Figura 9 e 10 – Agentes biológicos nas bases dos silos.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Figura 11 e 12 – Infiltração nos tuneis dos silos.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Figura 13 e 14 – Espaçamento para recalque nas bases de silos.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Conforme entrevista com Alexandre Seitz (2020), proprietário da fazenda, são realizadas limpeza e inspeção dos equipamentos ao final de cada safra. Porém, a manutenção é feita se recomendada pelo técnico, responsável pela inspeção. Nas

bases e nos túneis de concreto é feita a limpeza uma vez por ano ou quando se percebe necessária.

Mesmo sendo uma unidade relativamente nova, recomenda-se manutenções preventivas ao final de safra, anualmente ou sempre que houver troca de produto. A manutenção preventiva, adequada e com operação especializada são fatores que interferem na vida útil da estrutura e dos equipamentos (SANTOS, 2017).

A falta de manutenção preventiva pode ter causada a presença de agentes biológicos nas bases dos silos, de acordo com as figuras 9 e 10. Nos túneis há odores de roedores, o que é um problema significativo pelos danos que pode causar na unidade. Para Silva (2005), esses roedores podem contaminar os grãos por meio de fezes, pelos e urina, podendo ser vetores de doenças como febres hemorrágicas, leptospirose, brucelose, entre outras (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2002). Da mesma forma, segundo Trindade (2015) causam danos à unidade, como deterioração do concreto dissolvendo os componentes do cimento.

De acordo com Queruz (2007) agentes biológicos são elementos vivos que atacam e que podem danificar elementos de uma edificação. Carrió *apud* Garcia (1999) afirma que esse tipo de manifestação pode ser com insetos, aves e roedores, vegetal, de pequeno ou grande porte e por microrganismos que são fungos, bactérias e algas. A falta da limpeza de poeira e do acúmulo de sementes, cria um ambiente propício para bactérias, fungos e roedores. As manifestações patológicas nas bases e a presença de roedores são possíveis corrigir e prevenir com a manutenção adequada da unidade, limpeza e higienização dos locais (SANTOS, 2017).

Nas figuras 11 e 12, nota-se que não foi aplicado nenhum tipo de impermeabilizante, pois há infiltrações graves no túnel.

A figura 15 expõe possíveis soluções para problemas de impermeabilização, aplicando-se para as bases e túneis analisados, assim como para problemas em geral sobre o tema.

Figura 15 – Esquema de soluções para problemas causados pela falha/ falta de impermeabilizantes nas estruturas enterradas.



Fonte: Righi, 2009.

É possível observar nas figuras 13 e 14 juntas para possível recalque na estrutura. De acordo com a visita não foi observado a presença de recalque nem fissuras na estrutura, sendo assim as juntas se encontram com as dimensões previstas em projeto. De acordo com Santos (2017), considera-se que foi realizado estudo adequado do solo e boa execução.

Vale ressaltar que do estado limite de serviço, se uma estrutura sofrer recalque, o que pode levar anos para ocorrer, podem impactar em aspectos arquitetônicos, estruturais da edificação própria ou de edificações no entorno. (PRUNUNCIATI, P. L. et., 2018).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse estudo de caso foi possível observar algumas manifestações patológicas que ocorreram na unidade nas bases de concreto de silos metálicos de fundo plano dos silos nos túneis e as possíveis causas e correções.

Por meio de visita ao local identificou-se manifestações patológicas de agentes biológicos, pequenos animais e microrganismos nas bases e nos túneis. Além dos agentes biológicos, foi detectado infiltrações nos túneis, a qual precisa ser corrigida para evitar problemas futuros, como carbonatação, eflorescência e até corrosão da

armação.

A falta de manutenção adequada foi a possível falha para a entrada dos seres vivos nas estruturas, assim recomenda-se a limpeza e higienização dos locais. As infiltrações nos túneis devem-se a falha na elaboração do projeto, pois não foi prevista e para corrigir essa manifestação patológica é indicada a limpeza do local e a aplicação da manta asfáltica.

A pesquisa evidenciou que um plano de manutenção deve ser seguido na unidade e as falhas na execução corrigidas a fim de não comprometer a estrutura e seu ciclo de vida. Assim, garantir que mais manifestações patológicas não sejam motivos para perda da estrutura, nos equipamentos, dessa maneira preservando a vida útil da estrutura e a qualidade do produto armazenado.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575** – Impermeabilizantes – Seleção de projeto. Rio de Janeiro, 2003.

BIANCHIN, Denis. **Fundações para bases de silos metálicos de fundo plano**. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do RioGrande do Sul. Ijuí/RS, 2013.

CARRIÓ, J. M. **La patologia y los estúdios patológicos**. In: GARCIA, A. A. (Org). Curso de patologia. Conservación e restauración de edificios. Tomo I, 2 ed. Madrid: Servicio de Publicaciones Del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1999, p 11-35.

CONCEITO SUL IMPERMEABILIZAÇÕES. **Impermeabilização de Silos**. 1994. Disponível em: < <http://www.conceitosul.com.br/impermeabilizacao-de-silos/>>. Acesso em: 01 de out. de 2020.

CONSILOS S.A, Cascavel/PR, 2017. Disponível em: < <http://consilos.com.br/ptb/a-consilos/produtos-consilos/silos-planos>>. Acesso em 12 de nov. 2020.

FORTES FILHO, Jorge. **Uma Introdução ao Estudo dos Silos**. 1985. 472p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1985.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de controle de roedores**. - Brasília: Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, 2002.

**Google Earth Pro**, 2020. Cidade de Santa Maria do Oeste, PR. Coordenadas S24°56'92" e W 52°02'42,72".

KEPLER WEBER S.A, Panambi/RS, 2013. Disponível em:

<<http://www.kepler.com.br/view/pt/prodCategoria.aspx?Cat=SilosKW&idSegmento=1&idCategoria=4>>. Acesso em 21 de set. 2020.

KEPLER WEBER S.A, Panambi/RS, 2020. Disponível em: <<https://www.kepler.com.br/products/silos-1/hopper-bottom-silos>>. Acesso em 12 de nov. 2020.

LIMA, S. B. **Principais manifestações patológicas em edificações residenciais multifamiliares.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/ RS, 2015.

LUBECK, André et al. **Analysis of Pathological Manifestations in Grain Storage Steel Silo Foundations.** Engenharia Estudo e Pesquisa ABPE, 2015. Disponível em: 40 <[http://www.revistaeeep.com/imagens/volume15\\_01/cap01.pdf](http://www.revistaeeep.com/imagens/volume15_01/cap01.pdf)>. Acesso em: 21 de set. de 2020.

NETO, Paulo Afonso Machado. **Projeto de fundação de silo de armazenagem de grãos – estudo de caso.** Departamento de Engenharia Civil. Centro Universitário do Sul de Minas. Varginha/MG, 2018.



PRUNUNCIATI, P. L. et. al., **Recalques em fundações profundas – análise em estacas hélice contínua**. Revista eletrônica de Engenharia Civil Vol 14- nº1. Universidade Federal de Goiás, 2018.

PICCHI, F. A. **Sistemas da Qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. Tese de Doutorado. Curso de Pós Graduação em Engenharia de Construção Civil e Urbana, Universidade de São Paulo. São Paulo/SP, 1993.

QUERUZ, Francisco. **Contribuição para a identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edifícios da Vila Belga**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007.

RIGHI, V. Geovane. **Estudos dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenção e correções – análise de casos**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/ RS, 2009.

SANTOS, Gustavo Czerpicki dos. **Estudo das patologias na base de concreto de silos metálicos de fundo plano causadas por falhas no processo de impermeabilização e manutenção**. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão/PR, 2017.

SÉRVULO, Ana Claudia O. **Dimensionamento da Fundação de um Silo Vertical Metálico de Plano Fundo para Armazenamento de milho a granel**. Monografia de Conclusão de Curso, 2012. Disponível em:

<

[http://www.unucet.ueg.br/biblioteca/arquivos/monografias/DIMENSIONAMENTO\\_DA\\_FUNDACAO\\_DE\\_UM\\_SILO\\_METALICO\\_DE\\_FUNDO\\_PLANO.pdf](http://www.unucet.ueg.br/biblioteca/arquivos/monografias/DIMENSIONAMENTO_DA_FUNDACAO_DE_UM_SILO_METALICO_DE_FUNDO_PLANO.pdf)>. Acesso em: 21 de set. de 2020.

SILVA, Luís César. **Controle de roedores em unidades armazenadoras**. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória/ES, 2005. Disponível em: <<http://www.agais.com/roedores.htm>>. Acesso em: 04 de nov. de 2020.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.**

São Paulo: Pini, 1998.

TEIXEIRA, C. A. **Metodologia para adequação do uso de força motriz em processos agrícolas.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa/MG, 2002.

TRINDADE, D. S. **Patologia em estruturas de concreto armado.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS, 2015.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação.** 1. ed. São Paulo: Pini, 1989.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações: critérios de projeto, investigação de subsolo, fundações superficiais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.







# ANEXO IV – ARMAÇÃO BASE E TUNEL DO SILO

