

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

GUSTAVO CZERPICKI DOS SANTOS

**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

CAMPO MOURÃO

2017

GUSTAVO CZERPICKI DOS SANTOS

**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 Graduação apresentando à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Me. Roberto Widierski

CAMPO MOURÃO

2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

ESTUDO DAS PATOLOGIAS NA BASE DE CONCRETO DE SILOS METÁLICOS DE FUNDO PLANO CAUSADAS POR FALHAS NO PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO

por

Gustavo Czerpicki dos Santos

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 16h30min do dia 14 de junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Sérgio Roberto Oberhauser
Quintanilha Braga**

(UTFPR)

Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta

(UTFPR)

Prof. Me. Roberto Widerski

(UTFPR)

Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Ronaldo Rigobello

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico este trabalho aos meus pais pelo apoio incondicional, minha irmã e meu cunhado pelo incentivo constante, minha namorada por estar sempre ao meu lado em especial a Deus por me dar forças nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Odilon Alves dos Santos e Lurdes Czerpicki dos Santos pelo apoio e amparo, dando força para eu sempre seguir em frente e não deixar que pensamentos negativos me abalancem.

A minha irmã Mariana Czerpicki dos Santos Cavalari e meu cunhado Renato José Cavalari, que sempre estiveram à disposição para ajudar no que fosse preciso e pelos incentivos constantes.

A Minha Namorada Larissa Nakagawa Prado por estar ao meu lado em todos os momentos, por me escutar e ter paciência durante os dias mais difíceis dessa trajetória.

A todos os familiares que sempre apoiaram e ajudaram de alguma maneira nesse período.

Agradeço ao meu orientador Prof. Me. Roberto Widerski, pelos ensinamentos transmitidos, pela paciência e conselhos dados, pela liberdade que foi proporcionada e apoio da mesma.

Aos amigos que sempre estiveram juntos partilhando dessa caminhada, em especial à Paula Priscila Fleria Fávaro, Júlio César Coleti e Gilberto Henrique Santos.

A todos os professores, pelo empenho e dedicação transmitido, para que pudesse me tornar um profissional, capacitado e acima de tudo ético dentro da profissão.

Agradeço acima de tudo a Deus, por me guiar nos momentos difíceis e conceder uma família unida, amigos fieis, uma namorada dedicada, pela saúde e sabedoria.

RESUMO

SANTOS, Gustavo C. **Estudo das patologias na base de concreto de silos metálicos de fundo plano causadas por falhas no processo de impermeabilização e manutenção.** 2017, 41 pág. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão.

Os silos de armazenagem de grãos, bem como qualquer outra construção civil, são suscetíveis a patologias, podendo assim comprometer seu ciclo de vida e reduzir seu desempenho. O estudo das patologias podem contribuir para evitar problemas futuros, principalmente estruturais. Este trabalho tem por finalidade identificar as manifestações patológicas em silos metálicos de fundo plano e fazer assim a análise se as mesmas são consequências da má impermeabilização de sua base de concreto. O estudo apresenta as patologias encontradas em silos metálicos, a relação das patologias com o tempo de vida da estrutura e as possíveis causas das mesmas.

Palavras-chave: Silos Metálicos. Impermeabilização. Base de concreto.

ABSTRACT

SANTOS, Gustavo C. Study of the pathologies in the concrete base of metallic silos of flat bottom caused by failures in the process of waterproofing and maintenance. 2017, 41p. Completion of course work (Bachelor of Civil Engineering) – Federal Technology University of Paraná.

Grain storage silos, as well as any other civil construction, are susceptible to pathologies and can thus compromise their life cycle and reduce their performance. The study of pathologies may contribute to avoid future problems, mainly structural. The aim of this work is to identify pathological manifestations in flat - bottomed silos and to analyze them if they are a consequence of poor waterproofing of their concrete base. The study presents the pathologies found in metallic silos, the relation of the pathologies with the life time of the structure and the possible causes of the same.

keywords: Metal silos. Waterproofing. Concrete base.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estocagem de milho a céu aberto.....	17
Figura 2 - Silos de Concreto.....	20
Figura 3 – Tipos de armazéns graneleiros	20
Figura 4 - Silo de Bolsa	21
Figura 5 - Silos Metálicos	21
Figura 6 - Silos Metálicos de fundo plano	22
Figura 7 – Anéis de Vento	23
Figura 8 – Montantes	23
Figura 9 – Base de Concreto de feixe circular.....	25
Figura 10 – Base de concreto tipo laje	25
Figura 11 - Montagem das Longarinas.....	26
Figura 12 – Eleva-Silos	27
Figura 13 - Área de Abrangência do Estudo	30
Fotografia 1 - Silos Metálicos de Fundo Plano	34
Fotografia 2 - Base de concreto tipo feixe circular	34
Fotografia 3 - Agentes biológicos na base de concreto de um silo	35
Fotografia 4 - Musgos na base de concreto de silos	35
Fotografia 5 - Corrosão da estrutura metálica próximo à base de concreto.....	36
Gráfico 1 - Percentual de incidência de patologias	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais patologias encontradas na base de concreto de silos metálicos de fundo plano.....	32
Tabela 2 - Incidência de patologias nos silos analisados.....	32
Tabela 3 - Tempo de vida da estrutura e patologias encontradas.....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 JUSTIFICATIVA	13
4 REFERENCIAL TEÓRICO	14
4.1 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NACIONAL.....	14
4.2 SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS NO PAÍS.....	14
4.2.1 Crescimento da capacidade	15
4.2.2 Censo dos armazéns.....	15
4.2.3 Predominância de silos no sistema de armazenamento	16
4.2.4 Por produto.....	16
4.3 PROBLEMAS ENFRENTADOS DURANTE A ARMAZENAGEM	17
4.3.1 Programas do Governo	17
4.3.2 Plano Nacional de Armazenagem	18
4.4 ARMAZÉNS DE GRÃOS A GRANEL E SILOS.....	19
4.4.1 Classificação das estruturas de armazenagem de grãos a granel	19
4.5 SILOS METÁLICOS DE FUNDO PLANO	22
4.5.1 Processo de Montagem de um Silo Metálico de Fundo Plano	26
4.5.2 Sistemas Impermeabilizantes.....	28
4.5.3 Patologias recorrentes.....	28
5 METODOLOGIA	30
5.1 MÉTODOS	31
5.1.1 Coleta de dados	31
5.1.2 Análise.....	31
5.1.3 Diagnóstico.....	31
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
7 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é o setor que impulsiona a economia brasileira. Dentre os produtos a produção de grãos tem grande destaque e vem melhorando seu desempenho ano após ano devido ao uso de tecnologias, não só em máquinas e estudos de viabilidade, quanto na genética dos produtos. Na contra mão disso encontra-se a estrutura de armazenamento que compromete esses avanços (SÉRVULO, 2012).

O processo de armazenagem é uma das etapas mais importantes dentro do sistema do agronegócio, visto que colabora com a redução de custo de tempo, podendo assim flexibilizar as exigências de demanda do mercado. O armazenamento é importante para conservar o produto, diminuindo assim as perdas. Durante o processo de armazenagem o produto não melhora sua qualidade e sim conserva suas características físicas e fisiológicas, desde que o local destinado esteja em condições adequadas para recebimento de tal.

Silos de armazenagem de grãos, bem como outras construções, estão susceptíveis a patologias que podem comprometer sua estrutura e assim reduzir seu desempenho e ciclo de vida. A falha de um silo pode ser devastadora, resultando em perda de recipiente, a contaminação e perda de material, custos de reposição, limpeza, danos ambientais e possíveis lesões a terceiros. O estudo das manifestações patológicas nas construções visa evitar futuros problemas (PICCHI, 1993).

Devido ao déficit de armazéns no país e a demanda cada vez maior de espaços para armazenagem da produção de grãos, se faz necessário à conservação das estruturas já existentes e a construção de novos estabelecimentos.

Todavia, as patologias em silos metálicos de fundo plano decorrentes da má impermeabilização ainda foi pouco explorado. Geralmente a impermeabilização é menosprezada dentro do projeto ou quando feita, sua manutenção não é feita de maneira adequada.

O estudo foi executado através de um levantamento de dados, buscando verificar as patologias existentes nas bases de concreto de silos metálicos de fundo plano e sua relação com a má impermeabilização.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar as patologias na base de concreto de silos metálicos de fundo plano identificando suas possíveis causas e analisar se as mesmas estão diretamente ligadas ao processo de impermeabilização.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Pesquisar a condição agrícola do país e verificar a importância de se ter um sistema de armazenamento;
- Verificar a importância da execução adequada de silos metálicos de fundo plano com base de concreto;
- Levantamento visual das patologias recorrentes na base de concreto e verificação se as mesmas estão relacionadas com a impermeabilização.

3 JUSTIFICATIVA

Atualmente poucas bibliografias podem ser obtidas referente ao tema, em especial sobre a impermeabilização da base de concreto de silos e as patologias recorrente nessas bases. Desse modo o trabalho se baseia em dados de empresas especializadas na construção de silos e armazéns e seus métodos de execução.

A importância do estudo está atrelado ao fato de que o agronegócio é um dos principais expoentes da economia nacional. Um sistema de armazenamento capaz de atender as necessidades do país pode proporcionar ganhos significativos.

Para isso foi elaborado uma pesquisa de campo para mostrar como estão as condições de silos metálicos de fundo plano na região de Campo Mourão e verificar a importância do uso adequado impermeabilizantes e sua correta manutenção.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NACIONAL

Segundo dados levantados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) a produção de grãos na safra 2015/16 está estimada em cerca de 186,4 milhões de toneladas, uma redução em torno de 10% em relação a safra anterior 2014/15. Porém a área plantada aumentou em 0,7% atingindo 58,3 milhões de hectares, dando destaque para soja e milho que representam juntos mais de 85% da produção de grãos.

A produção de soja é responsável por 57,02% da área cultivada, sendo a principal responsável pelo aumento absoluto de área de cultivo. Para o milho primeira safra a área sofreu uma redução de 12,3%, já para segunda safra houve um aumento de 10,3% na área plantada. O Arroz assim como o feijão tiveram suas áreas de cultivos reduzidas, o excesso de chuvas no Rio Grande Sul provocou essa queda em relação ao arroz, visto que esse é o principal produtor do produto, já para o feijão a escassez hídrica provocou essa queda.

Para safra 2016/17 levantamentos já apontam melhoras significativas para produção de grãos, sendo estimado um crescimento em relação à produção de grãos da safra anterior em torno de 13%, totalizando um total entre 210,5 e 214,8 milhões de toneladas. Para área plantada também está previsto um crescimento, girando por volta de 2,3% situando entre 58,5 e 59,7 milhões de hectares (CONAB, 2016).

4.2 SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS NO PAÍS

Segundo a CONAB o número total de armazéns cadastrados é de 17.707, com capacidade de armazenagem de 152 milhões de toneladas de grãos, tal número ainda é insuficiente se comparado a produção do ciclo agrícola de 2015/16.

O número é preocupante, visto que segundo Pesquisa de Estoque realizada no primeiro semestre de 2015 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), houve uma redução no número de estabelecimentos ativos, caindo de 7.927 no segundo semestre de 2014 para 7.858 no período seguinte (queda de 0,9%).

De acordo com Sociedade Nacional de Agricultura, a armazenagem adequada é um fator de destaque para o sucesso e a garantia da competitividade do produto. Atualmente existe uma diferença alarmante entre o setor de armazenagem e a força de produção agrícola, afetando diretamente na logística de transporte dos grãos, provocando obstruções nas vias de escoamento e nas áreas destinadas ao recebimento de mercadorias para estocagem.

4.2.1 Crescimento da capacidade

A capacidade de armazenamento no Brasil do primeiro semestre de 2015 para o segundo semestre do mesmo ano sofreu um aumento de 3,3%. Os dados são da Pesquisa de Estoques referentes ao segundo semestre de 2015, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

No segundo semestre de 2014, houve um acréscimo de 0,8% no número de estabelecimentos ativos, passando de 7.858 para 7.918 do primeiro para o segundo semestre. Enquanto na região Centro-Oeste, a que mais aumentou a capacidade de estocagem, o número de estabelecimentos ativos cresceu 3,7% entre um semestre e outro, na região Nordeste foi registrada a menor queda no total de estabelecimentos ativos, sendo de -1,2%.

4.2.2 Censo dos armazéns

Até novembro deste ano, o CONAB vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento deve concluir o censo de armazéns públicos e privados das principais regiões agrícolas do país. Mais de 5300 armazéns de 767 municípios estão respondendo a questões como capacidade estática, recepção e expedição de produtos, sistema de pesagem, amostragem e segurança, entre outros quesitos. Esse levantamento é importante para avaliação de necessidade do setor de armazenagem (SISTEMA NACIONAL DE AGRICULTURA, 2016).

4.2.3 Predominância de silos no sistema de armazenamento

Em termos de capacidade útil armazenável, os silos continuam predominantes, tendo alcançado no segundo semestre de 2015 um total de 72,4 milhões de toneladas, um crescimento de 3,3% em relação ao primeiro semestre do mesmo ano.

Em seguida, vêm os armazéns graneleiros e generalizados, que aumentaram no período 5,9%, atingindo 63,2 milhões de toneladas de capacidade útil armazenável. Os armazéns convencionais, estruturais e infláveis acusaram queda de 1,8%, com 30,5 milhões de toneladas (AGÊNCIA BRASIL, 2016).

4.2.4 Por produto

Segundo Agência Brasil, a soja em grão foi o único produto que expandiu sua capacidade de armazenagem, tendo um aumento de 2,6% na capacidade de estocagem e 3,2 milhões de toneladas estocadas em 2015. Na avaliação do IBGE, essa quantidade, no entanto, representa uma parcela muito pequena frente a produção nacional de soja no ano de 2015 que atingiu 97 milhões de toneladas.

O volume estocado de milho até dezembro de 2015 totalizou 10,1 milhões de toneladas. Ainda assim, houve queda em volume de 9,5% em comparação com o fechamento de 2014. Segundo o IBGE, esta redução no volume estocado está diretamente relacionada ao aumento das exportações.

Outro importante produto, o trigo em grão foi o que obteve a maior redução percentual no volume estocado. Fechou o ano com os estoques em queda de 25,1%, com apenas 4,4 milhões de toneladas. Segundo o IBGE, esta diminuição decorre do excesso de chuvas nas lavouras da região Sul, que concentra cerca de 90% da produção nacional.

O volume estocado de arroz (em casca) foi de 1,9 milhão de toneladas, uma redução de 9,5%. A produção nacional atingiu 12,3 milhões de toneladas, praticamente a mesma de 2014.

O café total (em grão) apresentou mais uma redução nos estoques: 16,7%. O estoque no final em 2014 era de 1,1 milhão de toneladas. Sendo a seca a principal motivo da redução do estoques segundo o IBGE.

4.3 PROBLEMAS ENFRENTADOS DURANTE A ARMAZENAGEM

Durante a safra de milho de 2015 o déficit de silos fez com que o material começasse a ser estocado a céu aberto, aumentando os riscos de perda de qualidade ocorridos principalmente devido a chuvas (Agronegócio Gazeta do Povo, 2015).

A região Centro-Oeste do país é a maior produtora de soja e milho do país e ao mesmo tempo a mais carente na estrutura de armazenagem, além de contar com um sistema de escoamento muito precário. Segundo dados da CONAB de 2015, o Estado do Mato Grosso possui cerca de 1,7 mil armazéns graneleiros, com capacidade para estocar 30 milhões de toneladas. Em contrapartida a safra de 2015 ofertou um total de soja e milho de 47 milhões de toneladas.



Figura 1 - Estocagem de milho a céu aberto
Fonte: G1 TVCA (2015)

4.3.1 Programas do Governo

De acordo com a Sociedade Nacional de Agricultura, o Ministério da Agricultura admite o déficit da capacidade de armazenagem no País, mas já funcionam programas de políticas públicas do governo que visam ao atendimento deste setor.

Alguns programas existem para tentar melhorar as condições de armazenagem, o Plano de Construção de Armazenagem (PCA), com crédito subsidiado para armazenagem; e o Moderinfra, que pode ser usado para instalação

de novos armazéns. É necessário haver também parceiras público-privadas, na tentativa de sanar tal déficit, por meio de linhas de crédito para regiões com maiores com maior necessidade.

4.3.2 Plano Nacional de Armazenagem

Segundo Ministério da Agricultura o Plano Nacional de Armazenagem foi instituído pela Portaria MAPA nº 379/2012, um Grupo de Trabalho com objetivo principal de elaboração do Plano Nacional de Armazenagem para ampliação da capacidade estática e melhoria do parque de armazenagem do país.

Um conjunto de ações voltadas para o planejamento, o financiamento e o seguro da produção constitui a base da Política Agrícola do Ministério da Agricultura. Por meio de estudos na área de gestão de risco, linhas de créditos, subvenções econômicas e levantamentos de dados, o apoio do estado acompanha todas as fases do ciclo produtivo. Essas ações se dividem em três grandes linhas de atuação: gestão do risco rural, crédito e comercialização.

A gestão do risco rural realiza-se em duas frentes. Antes de iniciar o cultivo, o agricultor conta com o Zoneamento Agrícola de Risco Climático. Essa ferramenta tecnológica indica o melhor período para se plantar em cada município do País. E, para se proteger dos prejuízos causados por eventos climáticos adversos, o produtor pode contratar o Seguro Rural.

As políticas de mobilização de recursos viabilizam os ciclos do plantio. O agricultor tem acesso a linhas de crédito para custeio, investimento e comercialização. Vários programas financiam diversas necessidades dos produtores, desde a compra de insumos até a construção de armazéns.

O Programa de Construção e Ampliação de Armazéns (PCA), disponibilizou recursos e disponibilizará ao longo dos próximos 4 (quatro) anos uma quantia que pode atingir um total de R\$ 25 bilhões em linha de crédito específica de financiamentos para implantação, modernização e ampliação de unidades armazenadoras. As condições desta linha de crédito são juros de 7,5% ao ano com 15 anos para quitação, incluindo três anos de carência para iniciar a amortização do empréstimo.

4.4 ARMAZÉNS DE GRÃOS A GRANEL E SILOS

Algumas atividades são consideradas complementares, como recebimento, secagem, armazenamento e expedição. Antes dos grãos a granel serem armazenados eles estão úmidos e com impurezas, sua umidade varia entre 12 e 14% (secos) e 15 a 28% (úmidos). Quando sua umidade é maior que 14% é necessário a secagem da produção.

A secagem é de extrema importância dentro do sistema de armazenagem a granel uma vez que se massa de grãos absorver líquido (água) sofrerá um aumento brutal de volume, de tal forma que romperá os equipamentos ou depósitos onde estejam sendo processados ou armazenados (MARIN, 2015).

A implantação do manuseio e armazenagem de grãos a granel constitui uma tendência universal. Nos países mais desenvolvidos, a manipulação a granel é generalizada e integrada desde a colheita. À medida que o agricultor melhora o nível de soluções técnicas, verifica-se a necessidade de manipular a sua produção a granel.

4.4.1 Classificação das estruturas de armazenagem de grãos a granel

Segundo Sérvulo, as estruturas destinadas ao armazenamento de grãos a granel são classificadas da seguinte maneira:

a) Silos de Concreto: são depósitos de concreto de médio e grande capacidade, constituídos de duas partes fundamentais, torre e conjunto de células e entre células. Na torre acham-se instalados os elevadores, secadores, exautores, máquinas de limpeza, distribuidores, entre ou outros. As células e entre células são de grande altura com o fundo em forma de cone para facilitar a descarga dos grãos. Sua parede espessa evita a transmissão de calor para a massa de grãos, permitindo armazenagem por tempo prolongado. Requer alto custo de implantação e longo tempo de construção.



Figura 2 - Silos de Concreto
Fonte: Ceraça (2016)

b) Armazéns graneleiros: Comparado ao seu baixo custo em relação ao silo elevado e rapidez de construção, o busca sobre o emprego de armazém graneleiro tem sido crescente. Este tipo de estrutura apresenta algumas limitação funcionais, destacando-se a necessidade de manter o teor de umidade da massa de grãos mais baixo que no silo elevado, emprego frequente de aeração mecânica, ineficiência do sistema de termometria e dificuldades na descarga do produto. São caracterizados por grandes compartimentos de estocagem de concreto ou alvenaria. A unidade pode apresentar fundo plano, semi plano, em forma de “V” ou em forma de “W”.

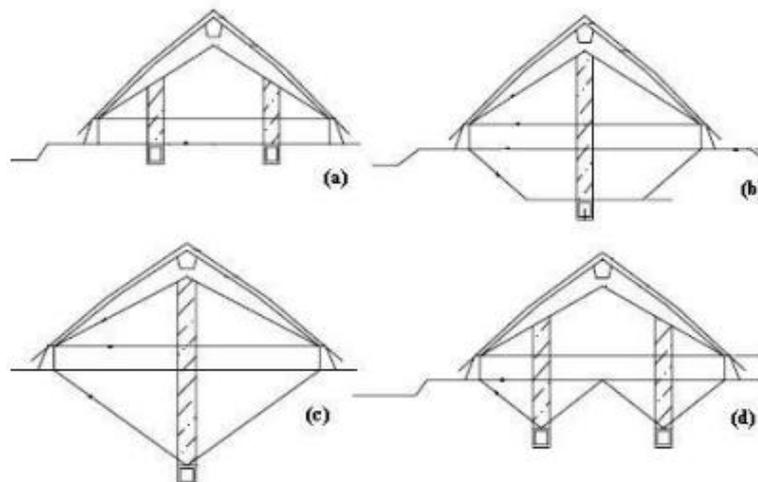


Figura 3 – Tipos de armazéns graneleiros - a) Fundo Plano; b) Fundo Semi Plano; c) Fundo em “V”; d) Fundo em “W”

Fonte: SERVOLO, Ana Claudia O. (2012)

c) Silos herméticos: Os silos herméticos podem manter os grãos livres de insetos e impedir o desenvolvimento de fungos. O princípio básico do armazenamento hermético é o mesmo tanto para grãos secos ou úmidos, e baseia-se no seguinte: redução da taxa de oxigênio a um nível que causa a morte ou deixa inativos os insetos e fungos, antes que esses organismos nocivos proliferem a ponto de prejudicar o produto. O modelo mais utilizado é o Silo Bolsa, feito de polietileno, instalado diretamente no chão. O Silo Bolsa requer baixo investimento inicial, rápido retorno, redução nos custos operacionais e dispensa investimentos em obras civis.



Figura 4 - Silo de Bolsa
Fonte: Corn Soybean (2014).

d) Silos Metálicos: Os silos metálicos podem ser de pequena, média ou grande capacidade, podendo ser executados por meios de chapas lisas ou corrugadas, de ferro galvanizado ou alumínio, fabricados em série e montado sobre um piso de concreto. Os silos de ferro galvanizado são pintados de branco para evitar a intensa radiação solar. Podem ser de fundo plano, fundo cônico ou elevado.



Figura 5 - Silos Metálicos
Fonte: Real Máquinas (2016).

4.5 SILOS METÁLICOS DE FUNDO PLANO

Silos metálicos cilíndricos de chapas corrugadas e cobertura cônica são as unidade de armazenamento de grãos mais utilizadas no Brasil, devido ao seu baixo custo, eficiência na armazenagem e fácil montagem, seja para cooperativas, agroindústrias ou para o próprio produtor (ANDRADE JUNIOR E CALIL JUNIOR, 2007).



Figura 6 - Silos Metálicos de fundo plano
Fonte: RT Máquinas Agrícolas (2016).

Segundo Sérvolo, silos de fundo plano possuem como sua principal característica baixo custo por tonelada armazenada, sendo a melhor opção de armazenagem para longos períodos. Os projetos dos silos possibilitam ampliações verticais, otimizando a utilização do mesmo.

Esse modelo de estrutura é caracterizado pela leveza que apresenta, é composto por chapas delgadas de grandes dimensões em relação ao peso-próprio, tornando-o susceptível a problemas de perda de estabilidade local e global. Segundo a Kleper Weber, anéis de vento só colocados nas estruturas para garantir ao silo uma resistência a flambagem quando há ocorrência de rajadas de ventos com velocidades de até 144Km/h e duração de 3 segundos, considerando uma altura de 10m em relação ao solo.

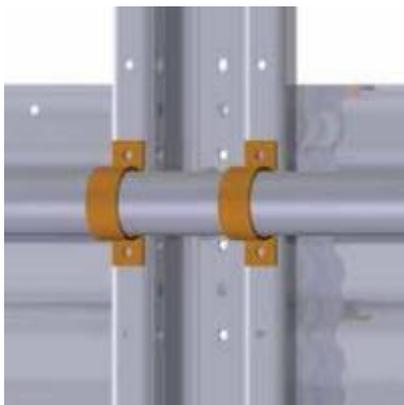


Figura 7 – Anéis de Vento
Fonte: Kleper Weber (2016).

Sua cobertura é composta por telhas de que podem ser de natureza autoportantes, ou estarem apoiadas na estrutura do telhado.

O corpo do silo possui como componentes, chapas, montantes, anéis de reforço. As chapas normalmente são de perfil ondulado para as paredes da estrutura e trapezoidal para a cobertura. As chapas laterais são montadas formando-se anéis e sua espessura varia de acordo com a carga a qual deverá resistir.

Os montantes, possuem o mesmo perfil em todas as peças, garantindo maior resistência e harmonia visual. Alguns modelos possuem montantes sobrepostos, resultando numa resistência superior.



Figura 8 – Montantes
Fonte: AG Growth International (2016).

Segundo a Kleper Weber as peças são unidas por parafusos que possuem classe de resistência ISSO 8.8 e são tratados por pelo processo de bicromatização,

evitando assim danos por corrosão. Além disso possuem dupla vedação e são posicionados de dentro pra fora, evitando acúmulo de produto no interior do silo.

A célula de fundo plano requer menos altura para um determinado volume de material armazenado. O seu custo inicial é baixo, comparado a outros tipos, e uma das razões pela qual a construção pode ser econômica é que o produto repousa sobre o solo, do qual ele é isolado apenas por uma laje impermeável. Isso significa que a fundação é limitada a um anel de concreto sob as paredes. O recalque do fundo plano resultante das pressões verticais pelo produto não é considerado problemático (SÉRVULO, 2012).

De acordo com Lubeck et al. (2015), Silos Metálicos de fundo plano são estruturas relativamente delgadas com uma área de diâmetro pequena em comparação com a sua altura. Com isso, grandes esforços axiais são produzidos na base da estrutura, devido ao peso do material a granel e ao da própria estrutura. O solo de apoio submetido à pressão de compressão uniforme devido as cargas aplicadas. A fundação de silos deve ser projetada mais cuidadosamente do que para estruturas de edifícios convencionais. Por exemplo, a colocação não uniforme de material a granel durante o enchimento pode resultar em uma pressão não uniforme ocasionando problemas na base. Quando o carga vertical do peso do material armazenado está fora do centro, o bulbo de pressão sob o silo será distorcido, cargas laterais devido a terremotos ou forte ventos também pode produzir efeitos semelhantes. O local de sobrecarga do solo abaixo da fundação pode causar um recalque diferencial levando a estrutura à colapso. Existem dois tipos comuns de bases para esse tipo de silo, a de feixe circular (Figura 9) e a de laje circular no chão (Figura 10). Ambos sistemas precisam de uma laje no chão para receber a maior parte a carga de grãos. A diferença é que, no sistema de feixe circular, as paredes de aço são suportadas por uma viga e não diretamente sobre uma laje.



Figura 9 – Base de Concreto de feixe circular
Fonte: THAG Representação (2016).



Figura 10 – Base de concreto tipo laje
Fonte: SETE Engenharia (2015).

Segundo a Conceito Sul impermeabilização, a impermeabilização e o isolamento térmico asseguram durante a armazenagem as características essenciais para preservar a qualidade da produção. A manta asfáltica aplicada na base dos silos evita infiltrações, condensações e climatiza o ambiente interno dos armazéns estabilizando-os em temperatura e umidade, isso garante uma porcentagem de germinação maior que o padrão de 80%.

O processo de armazenagem de grãos para o plantio causa um processo de deterioração no grão, principalmente nas culturas de vida curta como é o caso da soja. A germinação da semente ocorre devido ao grau de hidratação, temperatura e herança genética. A importância da umidade e temperatura foi realçada a muitos anos por Jim Harrington em suas famosas regras práticas para armazenamento de sementes: a longevidade de uma semente é dobrada para cada 1% de diminuição no

seu conteúdo de umidade e cada 5,5°C de diminuição na temperatura durante o armazenamento.

De acordo com a Kompisos, alguns sistemas de impermeabilização são bastante utilizados nas bases de concreto do silos metálicos de base plana, entre eles O sistema de cobertura da Borracha Líquida. É um produto pronto para usar, isento de solvente, solúvel em água monocomponente, autonivelante formando uma manta monolítica de fácil aplicação. É recomendado como um sistema de recuperação de impermeabilização executada com manta asfáltica, proteção de poliuretano ou poliestireno expandido.

4.5.1 Processo de Montagem de um Silo Metálico de Fundo Plano

Algumas instruções devem ser seguidas durante a montagem de um Silo Metálico de Fundo Plano. Num primeiro momento, executa-se os dois primeiros anéis, estes sobre a base de concreto do silo. Em seguida é feita a montagem das longarinas que darão sustentação ao telhado (Figura 11). Já com as longarinas montadas inicia-se o processo de cobertura do telhado.



Figura 11 - Montagem das Longarinas
Fonte: Silos Cordoba (2015).

Com o término do telhado, inicia-se a distribuição dos eleva silos, estes em montantes alternados (Figura 12) para dar maior segurança durante a montagem e evitar deformações do anel durante o içamento do armazenador (LACOVIC, 2014).



Figura 12 – Eleva-Silos
Fonte: Boxtop Tecnologia e Inovação (2017).

Durante a execução da parte conhecida como corpo do silo, é feita a montagem de dois anéis colocam-se os montantes, porém sem dar aperto nas costuras horizontais. Antes de apertar os parafusos do montante colocam-se mais dois anéis de chapa ao redor do silo.

Para ser feito a colocação dos montantes no corpo do silo, introduz-se uma espina no furo inferior da chapa forçando-a para baixo, fazendo com que o montante seja empurrado para cima. Depois de apertar os parafusos à espina pode ser retirada.

Segundo Lacovic (2014) durante a operação de um silo, alguns requisitos de segurança devem ser respeitados. Durante o processo de carregamento, verifica-se se os espalhadores de grãos e seus componentes funcionam adequadamente. Outro ponto a se avaliar são os cabos de termometria, pois são estes que obtêm a temperatura interna do silo. Faz-se também o controle interno de nível, que é acionado através do contato do produto estocado com sensores, desligando-se a carga do silo através de um quadro de comando.

Durante o processo de descarga, é importante ficar atento aos registros centrais que são utilizados para esvaziar o silo por gravidade. Já o registros auxiliares devem ser usados exclusivamente em momentos de emergência. Vale ressaltar que os registros devem ser abertos do centro para extremidades. Ao final do processo de descarga aciona-se a rosca varredora, eliminando o produto que ainda ficou depositado no fundo do silo.

4.5.2 Sistemas Impermeabilizantes

Um dos principais desafios do agronegócio é busca por maior produtividade, podendo ser através de novas tecnologias que garantam armazenamento adequado, mantendo as características fisiológicas dos grãos e elevando assim a competitividade do segmento. Dentro desta vertente, alguns sistemas e técnicas para melhor impermeabilização das bases de silos planos destacam-se devido a sua eficácia e praticidade, são esses: aditivos impermeabilizantes, sistema de borracha líquida e a membrana de poliuréia.

Segundo a Ucelo do Brasil o sistema de borracha líquida é formulado com emulsão de elastômeros orgânicos com alto teor de sólidos. Sua aplicação pode ser executada através da pulverização com compressor de ar ou pintada. Após sua cura, forma-se uma membrana ou uma manta monolítica de adequada impermeabilidade, elasticidade, resistência e estabilidade físico-química. As vantagens desse sistema se da por sua durabilidade, flexibilidade, fácil aderência e a dispensa de proteção mecânica.

O sistema de impermeabilização com Poliuréia vem se mostrando um dos melhores custos benefício no que se refere a sistemas impermeabilizantes, uma vez que sua aplicação é na forma de spray e secagem rápida, com alta resistência mecânica e química, não sendo necessária a utilização proteção mecânica como outros sistemas tradicionais exigem. O grande empecilho encontra-se na necessidade de se ter mão de obra especializada para execução de tal (RADIAL REVESTIMENTO TÉCNICOS, 2017).

O uso de aditivos impermeabilizantes no concreto é o método mais empregado nas bases de concreto de silos. Esse tipo de impermeabilizante tem como principal função diminuir os poros capilares superficiais da estrutura, reduzindo assim a permeabilidade na mesma, além de diminuir sujeiras superficiais, formação de bolor e principalmente o aumento da durabilidade da estrutura (DIPROTEC, 2017).

4.5.3 Patologias recorrentes

Os modelos de silos disponíveis no mercado nacional possuem uma capacidade de carga que varia de seis até trinta e seis mil toneladas de grãos, podendo ser executados em grandes ou pequenas áreas. O cuidado com a operação

e a manutenção adequada são os principais fatores que contribuem para uma vida útil maior da estrutura.

Segundo Canal Rural, são quatro as causas mais frequentes de falhas nesse tipo de estrutura: erro na montagem do silo, erro de operação, recalque da base de concreto e principalmente falta de manutenção.

Quando se trata erro de projeto ou montagem da estrutura, a identificação do mesmo ocorre logo na primeira carga do silo, onde alterações são prontamente observadas e a integridade da estrutura comprometida.

O local para instalação de um silo deve ser determinado através de análises prévias, que visam verificar a capacidade de carga do solo e se o mesmo suportará as cargas aplicadas. Além dessas análises se faz necessário para instalação de silos licenças ambientais, licenças locais e estudos de viabilidade técnica e econômica referente a possibilidade de instalação do mesmo na região desejada. (KLEPER WEBER, 2016).

Silos metálicos de fundo plano devem passar por manutenção anualmente, ou toda vez que houver troca de produtos. A inspeção é visual, onde deve-se observar placas, parafusos e possíveis deformidades da estrutura metálica, além de fissuras em sua base de concreto e agentes biológicos que podem comprometer a estrutura.

5 METODOLOGIA

A elaboração deste trabalho que consistiu no estudo de caso sobre as patologias recorrentes na base de concreto de Silos Metálicos de fundo plano, e a verificação se essas são devidas à impermeabilização inadequada, foi escolhida a cidade de Campo Mourão na região noroeste do Paraná, por se tratar de uma área que conta com a produção agrícola como principal fonte de renda, tanto de maneira direta ou indireta e devido ao elevado grau de unidades de armazenamento de grãos. A área que abrange a pesquisa está delimitada por um raio de 12 km com origem no centro da cidade (Figura 13), sendo assim algumas unidades constantes no município de Peabiru-PR também foram analisadas.

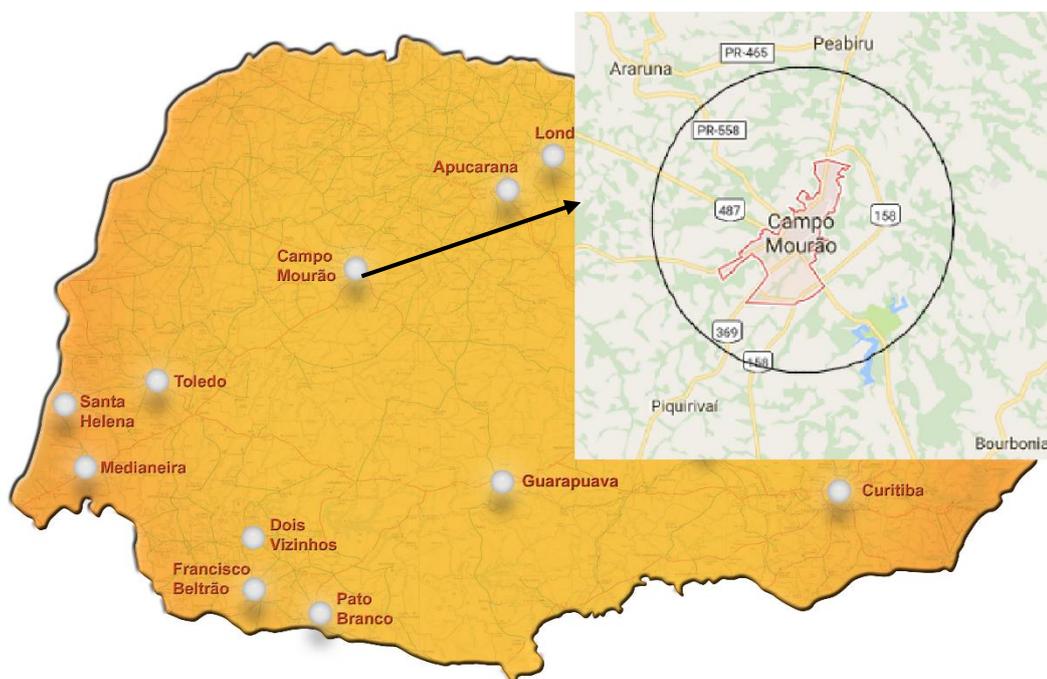


Figura 13 - Área de Abrangência do Estudo
Fonte: UTFPR e Google Maps (2017)

O referencial de estudo se deu em quatro indústrias, em duas cidades, totalizando 39 bases avaliadas. Ambas as cidades são de pequeno porte, com menos de 100.000 habitantes.

5.1 MÉTODOS

Para limitar o escopo da pesquisa, esta análise foi restrita apenas à elementos de concreto na base de silos metálicos de fundo plano, sendo as inspeções visuais restritas ao exterior da estrutura.

O estudo dividiu-se em três etapas: Coleta de dados, análise e diagnóstico. Com estes dados tornou-se possível mapear os problemas, verificar as patologias existentes e analisar se de fato essas são oriundas de uma possível falta de impermeabilização.

5.1.1 Coleta de dados

Durante um período de 30 (trinta) dias foi realizado a coleta de dados. Num primeiro momento foi realizado um levantamento de todas as estruturas que seriam estudadas, após isso, foi realizada a visita em todas as unidades catalogadas, para assim verificar visualmente as condições das bases de concreto dos referentes silos metálicos.

5.1.2 Análise

A análise consistiu em verificar e identificar as patologias nas estruturas. Posteriormente realizou-se o levantamento da incidência dessas identificando quais eram as mais recorrentes.

5.1.3 Diagnóstico

O diagnóstico caracterizou-se no estudo das patologias verificadas, identificando suas origens e consequências tanto na estrutura quanto no produto armazenado.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 mostra as principais manifestações patológicas recorrentes em silos metálicos de fundo plano e suas possíveis causas.

Tabela 1 – Principais patologias encontradas na base de concreto de silos metálicos de fundo plano

	Patologia	Possíveis Causas
1	Corrosão da estrutura metálica ligada ao concreto	Manutenção
2	Agentes biológicos	Manutenção
3	Fissuras na base de concreto	Execução
4	Recalque da base	Execução e projeto

Fonte: Autoria própria

A Tabela 2 baseia-se nos dados da Tabela 1, quanto a incidência das mesmas nas estruturas analisadas.

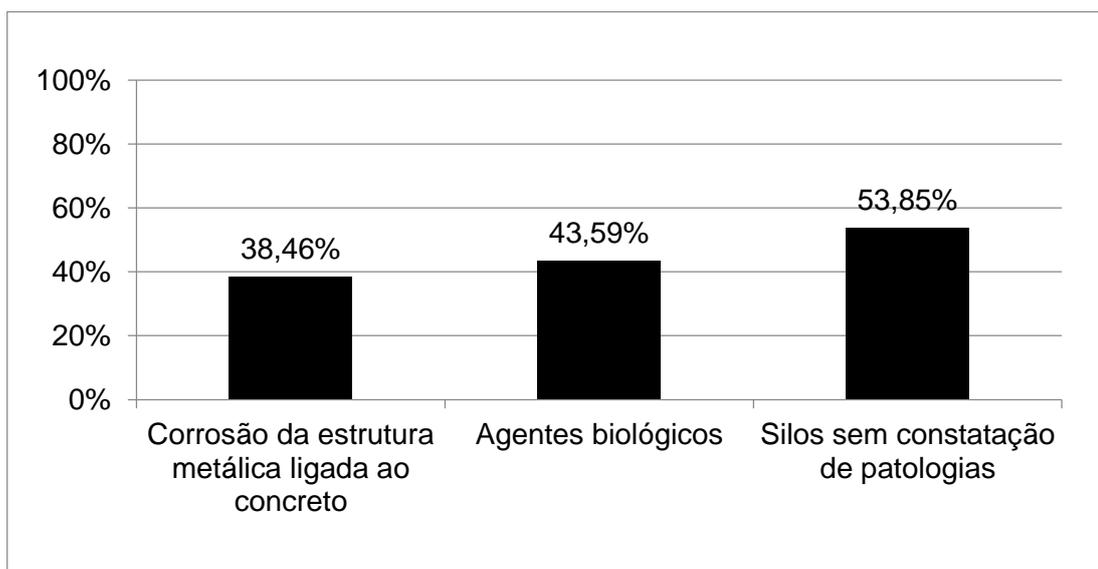
Tabela 2 - Incidência de patologias nos silos analisados

	Incidência
Corrosão da estrutura metálica ligada ao concreto	15
Agentes biológicos	17
Fissura da base de concreto	0
Recalque da base	0
Silos sem constatação de patologias	21

Fonte: Autoria própria

O gráfico 1 apresenta o percentual de incidência de patologias nos silos analisados, utilizando como base os dados da Tabela 2.

Gráfico 1 - Percentual de incidência de patologias



Fonte: Autoria própria

Grande parte das patologias estão diretamente ligadas ao tempo de vida das estruturas, visto que pouco mais de 50% das estruturas analisadas não apresentaram nenhum tipo de patologia. Através de informações obtidas durante o processo de coleta de dados junto aos responsáveis técnicos das empresas, foi possível fazer uma relação entre o tempo de vida da estrutura e as patologias encontradas (Tabela 3).

Tabela 3 - Tempo de vida da estrutura e patologias encontradas

Tempo de vida da estrutura (anos)	Nº de estruturas	Patologias
0 – 10	14	Nenhuma
10 – 20	11	2
20 – 30	14	1 e 2
30 – 40	0	Nenhuma
40 – 50	0	Nenhuma

Fonte: Autoria própria

Observou-se a não ocorrência de recalque nas estruturas. Isso ocorre por três fatores principais: boa execução da estrutura, estudo correto do solo e manuseio de acordo com as orientações da norma. Segundo dados obtidos durante as visitas técnicas e informações repassadas, das 39 estruturas analisadas todas foram executadas sob um feixe circular, porém apenas em 31 foram repassadas informações dizendo a respeito do método utilizado nas fundações, sendo em todos o sistema de

estacas. A fotografia 01 mostra um Silos Metálicos de fundo plano tendo como base o feixe circular de concreto.



Fotografia 1 - Silos Metálicos de Fundo Plano
Fonte: Autoria própria

A fotografia 02 mostra a base de concreto tipo feixe circular de um silo metálico, base essa presente em todos os silos estudados.



Fotografia 2 - Base de concreto tipo feixe circular
Fonte: Autoria própria

Foram encontradas presença de agentes biológicos em 43,59%, das estruturas analisadas, como mostra as fotografias 03 e 04, sendo possível que tenham sido causados pelo acúmulo de poeira, resto de sementes e umidade, tornando-se assim um lugar ideal para o cultivo de bactérias, fungos e vegetação, além outras pragas como roedores.

Manifestações patológicas causadas por agentes biológicos requerem tanta atenção quanta as outras, uma vez que essas podem causar a deterioração da estrutura e afetar assim a qualidade dos grãos, visto que esses necessitam ficarem longes de umidade e microrganismo. Esse tipo de patologia é fácil de se evitar, necessitando apenas de manutenção adequada. A remoção desses agentes biológicos com equipamentos que usam alta pressão, seguido da aplicação de um processo de impermeabilização superficial, torna-se um processo válido para manutenção da estrutura.



Fotografia 3 - Agentes biológicos na base de concreto de um silo
Fonte: Autoria própria



Fotografia 4 - Musgos na base de concreto de silos
Fonte: Autoria própria

A corrosão da estrutura metálica ligada ao concreto foi observada em 38,46% das estruturas inspecionadas (Fotografia 05), sendo estas oriundas de um sistema de manutenção de impermeabilização inadequado.

Caso atitudes preventivas não forem tomadas, a corrosão pode provocar a deterioração dos componentes metálicos, colocando em risco a estrutura do silo e qualidade da produção armazenada.



Fotografia 5 - Corrosão da estrutura metálica próximo à base de concreto
Fonte: Autoria própria

Segundo Fuji (2015) o tempo de vida útil de um Silo Metálico é de aproximadamente 40 anos, o que explica o número elevado de silos sem nenhum tipo de patologia.

7 CONCLUSÃO

Com a realização desse trabalho foi possível identificar algumas das principais manifestações patológicas que ocorrem na base de concreto de silos metálicos de fundo plano e a relação das mesmas com o processo de impermeabilização. O levantamento e estudo das patologias foram executados com intuito de identificar a importância do sistema impermeabilizante nessas estruturas. Nas unidades de armazenamento estudadas, algumas apresentaram maior grau de deteriorização, podendo assim interferir diretamente no ciclo de vida.

Grande parte das manifestações patológicas verificadas foram corrosões na área de ligação entre estrutura metálica e base de concreto e a degradação oriunda de agentes biológicos.

Esta pesquisa observou que, mesmo com significativos avanços na tecnologia empregada nesse tipo de armazenamento, a qualificação da mão de obra e o descaso com a manutenção ainda são pontos críticos, sendo os sistemas de impermeabilização prejudicados devido a uma manutenção ineficiente, ao contrário do que se possa imaginar, como sendo o sistema de impermeabilização ponto de origem das patologias.

Assim sendo, um plano de manutenção deve ser relaziado por essas empresas com o intuito de não comprometer a impermeabilização, a estrutura e o ciclo de vida da mesma, garantindo que problemas patológicos não de sirvam de porta de entrada para pragas ou agentes contaminantes, dessa maneira preservando a qualidade do produto armazenado.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Capacidade de armazenagem agrícola cresce 3,3%**. 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-06/capacidade-de-armazenagem-agricola-cresce-33>>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

ANDRADE JUNIOR, L. J; CALIL JUNIOR, C. Ação do vento em silos cilíndricos de baixa relação altura/diâmetro. **Caderno de Engenharia de Estruturas**, São Carlos, v.9, n.41, 2007.

CANAL RURAL. **FAO Aumenta estimativas de produção e estoque de cereais em 2015/2016**. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/fao-aumenta-estimativas-producao-estoque-cereais-2015-2016-58777>>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

CANAL RURAL. **Tudo o que você precisa saber para evitar problemas com silos**. 2016. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/tudo-que-voce-precisa-saber-para-evitar-problemas-com-silos-63423>>. Acesso em 07 de abr. de 2017.

CATÁLOGO GERAL DE PRODUTOS KLEPER WEBER, **Armazenagem de Grãos**. 2014.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_09_15_18_32_boletim_12_setembro.pdf>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

CONCEITO SUL IMPERMEABILIZAÇÕES. **Impermeabilização de Silos**. Disponível em: <<http://www.conceitosul.com.br/impermeabilizacao-de-silos/>>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

DIPROTEC – PRODUTOS TÉCNICOS PARA CONSTRUÇÃO. **Aditivos Impermeabilizantes para Concreto**. Disponível em:

<<http://www.diprotec.com.br/solucao/aditivos-para-concreto/>>. Acesso em 06 de abr. de 2017.

FUJII, A. K.; RIBEIRO, J. P.; MANZOLI, R. **Estudo de viabilidade econômica de um silo metálico para agricultura familiar**. RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã, v. 1, n. 2, p. 38-49, jul./dez. 2015. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:l5Pu4Pwf5o4J:codaf.tupa.unesp.br:8082/index.php/recodaf/article/download/11/19+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em 24 de abr. De 2017.

GAZETA DO POVO. **Milho fica a céu aberto em MT e apodrece na roça no PR**. Agronegócio 2015. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/logistica/milho-fica-a-ceu-aberto-em-mt-e-apodrece-na-roca-no-pr-04zfr6j26mrnfdelqajb692z>>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

G1 MT. **Milho é estocado a céu aberto com atraso no escoamento de soja em MT**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mato-grosso/noticia/2015/07/milho-e-estocado-ceu-aberto-com-atraso-no-escoamento-de-soja-em-mt.html>>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

IBGE. **Indicadores Agropecuária de Estoque**. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/estoque/default.shtm>>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

LACOVIC. Anderson da Costa. **Estudo do Processo de Montagem de um Silo Metálico de Fundo Plano**. Trabalho de Conclusão de Curso, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5868/1/CM_COECI_2014_1_05.pdf>. Acesso em 09 de mar. de 2017

LUBECK, André et al. **Analysis of Pathological Manifestations in Grain Storage Steel Silo Foundations**. Engenharia Estudo e Pesquisa ABPE, 2015. Disponível em:

< http://www.revistaeeep.com/imagens/volume15_01/cap01.pdf>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

MARIN, José. **Unidades de Recebimento, Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas.** Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/x_files/Documentos/C%C3%A2mara_Setorial_Logistica/MA_PA_Armaz%C3%A9ns_Coamo.pdf>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Política Agrícola.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola>>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Plano Nacional de Armazenagem.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/infraestrutura-logistica/plano-nacional-armazenagem>>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

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. Disponível em: <<http://www.allquimica.com.br/arquivos/websites/artigos/A00392006528143738.pdf>>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

RADIAL REVESTIMENTOS TÉCNICOS. **Impermeabilização instantânea com Poliuréio.** Disponível em: <http://www.radialrevestimentos.com.br/sistema_impermeabilizacao_poliureia_radial/index.html>. Acesso em: 09 de mar. de 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>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, **Capacidade de Armazenagem de Grãos continua insuficiente no Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://sna.agr.br/capacidade-de-armazenagem-de-graos-continua-insuficiente-no-brasil/>>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

UCELO DO BRASIL, **Informações e aplicabilidade do sistema de borracha líquida**. 2017. Disponível em: <http://www.ucelo.com.br/produtos_borracha.php>. Acesso em 09 de mar. 2017.