

**André Augusto de Souza Ribeiro**

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Petrópolis)

**Bruno Freitas de Azevedo**

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Petrópolis)

**Marcos Aurélio Pinto Marzano Júnior**

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Petrópolis)

## RESUMO

A cidade de Petrópolis, localizada na região serrana do estado do Rio de Janeiro, possui um relevo acidentado, e ao longo dos anos a população vem se aglomerando próximo aos centros urbanos, diferente do projeto inicial, hoje áreas cada vez mais íngremes e encostas rochosas vem sendo ocupadas. Para tornar essas ocupações possíveis, faz-se necessário o uso dos muros de contenção, utilizados para conter e estabilizar taludes e encostas. Porém, muitos desses muros apresentam manifestações patológicas, que caso não sofram nenhum tipo de intervenção se agravam cada vez mais, podendo levar a estrutura à ruína, trazendo diversos prejuízos socioeconômicos. A fim de identificar um padrão de ocorrência de patologias nas contenções do município, este trabalho se utilizou de um estudo de caso, onde foi escolhido um tipo de contenção comum na cidade, os muros de concreto armado. Foi realizada uma revisão bibliográfica como embasamento teórico aos estudos, além de serem selecionadas também uma amostra de 10 muros com manifestações patológicas para o estudo de caso. Esses muros foram vistoriados e através da análise dos dados coletados, foi possível identificar o tipo de patologia mais comum e também as suas possíveis causas.

**Palavras-chave:** Petrópolis; Contenções; Patologias; Concreto.

## INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no município de Petrópolis-RJ, que fica localizado no topo da Serra da Estrela, pertencente ao conjunto montanhoso da Serra dos Órgãos, a 838 metros acima do nível do mar, se estendendo por 791,144 km<sup>2</sup>, a cidade foi implantada pelo imperador D. Pedro II, e teve seu projeto elaborado pelo Major de engenharia Júlio Frederico Koeler.

Seguindo o projeto inicial de urbanização desenvolvido por Koeler, “[...]a ocupação urbana até 1945 restringia-se ao fundo dos vales e planícies fluviais, devido à menor densidade urbana e pela legislação vigente na época” (GUERRA, 2007, p. 39 apud GOLÇALVES, 1998).

Ainda de acordo com Guerra:

Entre 1945 e 1964, com a grande expansão urbana da cidade e as mudanças das leis de ocupação do município, ocorre o parcelamento indiscriminado dos lotes no sentido de sua profundidade, com a ocupação de encostas adjacentes às áreas já urbanizadas, além de encostas com menor declividade, como os terrenos extremamente perigosos, as faixas de sopé de encostas íngremes e rochosas (GUERRA, 2007, p. 39 apud IPT, 1991).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2020), a cidade conta atualmente com uma população estimada de 306.678 pessoas, apresenta uma densidade demográfica estimada de 387 habitantes por km<sup>2</sup>, e apesar de possuir uma extensa zona rural, grande parte dessa população se aglomera nos centros urbanos fazendo esse índice aumentar consideravelmente nessas áreas.

Dentre as construções mais antigas utilizadas pelo homem estão as estruturas de contenção, que também são muito utilizadas em Petrópolis, o muro (latim *murus*) é uma obra civil, geralmente de alvenaria, usada para separar terrenos contíguos ou formar cercas. Quando utilizado para prover estabilidade de taludes de terra ou rochas é chamado de muro de contenção ou de arrimo.

Os muros de contenção ou obras de arte, como também são conhecidos, assim como toda obra civil, estão sujeitos a apresentarem patologias construtivas.

Segundo Nazario e Zancan:

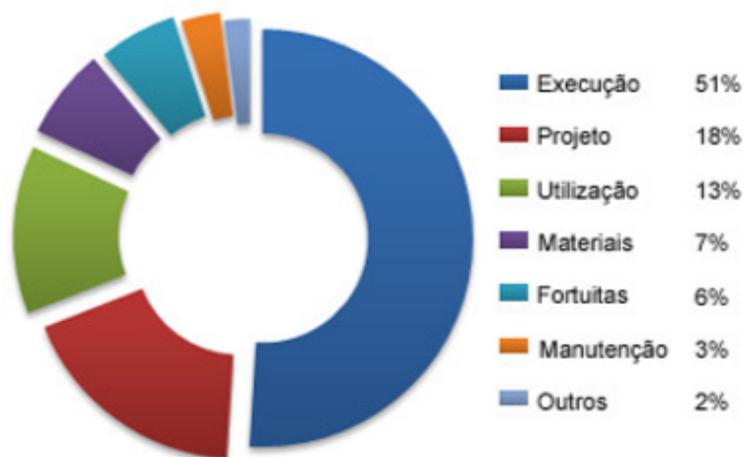
Patologia, de acordo com os dicionários, é a parte da medicina que estuda as doenças. A palavra patologia tem origem grega de “phatos” que significa sofrimento, doença, e de “logia” que é ciência, estudo. Então, conforme os dicionários existentes pode-se definir a palavra patologia como a ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças (NAZÁRIO E ZANCAN, 2011, p. 01).

Trazendo esta definição para a área da construção civil, podemos dizer que a patologia é o estudo das doenças de edifícios, ou das construções em geral. Toda construção é projetada de acordo com as normas, e tem um desempenho que deve ser atingido, se esse desempenho é insatisfatório por diversos motivos, seja na má qualidade do material, má execução ou falha de projeto, normalmente a estrutura apresenta manifestações, que dão alerta de que algo não está certo, chamamos de manifestações patológicas, podem ser fissuras, trincas, infiltrações, recalques, entre outras.

Segundo Santos (2014) as patologias podem ser geradas em três etapas, na etapa de concepção da estrutura (projeto), na fase de execução da estrutura (construção), e na fase de utilização da estrutura (manutenção), independente de quando apareça os sintomas, uma falha na execução, por exemplo, pode vir a gerar patologias depois de anos de utilização.

A Figura 01 mostra a proporção das principais causas de patologias:

**Figura 01** – Incidências e origens de manifestações patológicas.



**Fonte:** Santos (2014, p. 17 apud PIANCASTELLI, 2014)

O relevo acidentado do Município Petropolitano, juntamente com a densidade demográfica elevada nos polos urbanos e muitas vezes a falta de recursos, formam uma combinação muito perigosa. Por vezes as comunidades vão se estendendo em áreas cada vez mais íngremes e rochosas, ou próximo a rios e córregos, construindo de maneira irregular, sem mão-de-obra especializada e com estruturas fora das normas técnicas. Com as fortes chuvas de verão a situação se agrava, pois ocorrem diversas quedas de muros, deslizamentos de encostas e em casos mais extremos, até mesmo perda de vidas humanas.

Uma das características destas ocupações é a falta de estruturas de contenção, porém ainda mais grave são as contenções com patologias, que não estão mais em suas condições ideais, podendo romper com uma sobrecarga de saturação do solo por exemplo, mas ainda assim, aos olhos de leigos passam uma falsa sensação de segurança, o que pode ser fatal.

Desta forma, faz-se necessário um estudo na área das patologias em estruturas de contenção, fornecendo dados para que possam ser realizadas medidas preventivas. Por existirem diversas formas de contenção, foi escolhido uma que seja comum na região, assim, para este estudo, utilizamos uma amostra de muros de concreto armado que apresentam patologias.

O presente trabalho tem como objetivo principal identificar um padrão de ocorrência de patologias em muros de concreto armado no município de Petrópolis.

Para atingir o objetivo geral são listados abaixo alguns objetivos específicos:

I – Caracterizar os muros de concreto armado utilizados no estudo, apontando as patologias encontradas;

II – Analisar os dados e identificar um padrão de ocorrência das patologias.

## REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Gerscovich (2016) muros de contenção são estruturas que garantem a estabilidade do solo, basicamente, a partir do seu peso próprio, a principal função do muro de arrimo é evitar possíveis deslizamentos do talude ou encosta, dando estabilidade a porção de terra arrimada e promovendo a segurança.

O tipo de contenção é escolhida de acordo com tipo de solo, inclinação, altura do talude, carga a ser suportada, pluviosidade, disponibilidade de materiais na região,

orçamento, dentre outros vários fatores, o profissional ou a equipe, se for o caso, opta pelo tipo de contenção mais viável.

## **Principais tipos de contenção**

As contenções em solo são as projetadas para resistir aos esforços provenientes do talude e de sobrecargas acidentais e/ou permanentes, segundo a Norma Brasileira - NBR 11682:2009, que trata de estabilidade de encostas, os principais tipos de obras de contenção em solo são:

- Muros de gravidade;
- Muros de flexão;
- Estruturas ancoradas (tirantes ancorados no terreno);
- Estruturas de solo reforçado (estruturas que trabalham conjuntamente com o terreno).

Além desses, existem alguns tipos de contenção específicos para rochas, e soluções mistas, que envolvem simultaneamente dois ou mais tipos de contenção, ou também elementos de estabilização especiais como estaca raiz, tubulão, dentre outros.

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho apresenta abordagem qualitativa, exploratória de estudo de caso. Este, foi construído em quatro etapas: Levantamento bibliográfico, serviço de campo, análise dos dados e conclusão.

A busca bibliográfica foi efetuada em livros didáticos, artigos científicos inseridos em bases de dados como Scielo, Google Acadêmico, e notas de aulas do curso de engenharia civil na Universidade Estácio de Sá, Campus Petrópolis. Esse referencial busca embasar cientificamente os estudos e análises que foram desenvolvidos.

Foram utilizados os seguintes descritores: Concreto armado, patologias em estruturas de concreto armado, contenções, cortina atirantada, solo grampeado, muros de arrimo.

Os artigos científicos utilizados na presente busca bibliográfica foram publicados entre os anos de 1997 e 2020, estando dispostos no idioma português.

O serviço de campo, composto de vistorias técnicas em 10 muros de contenção na cidade de Petrópolis, serviu para coletar dados e imagens.

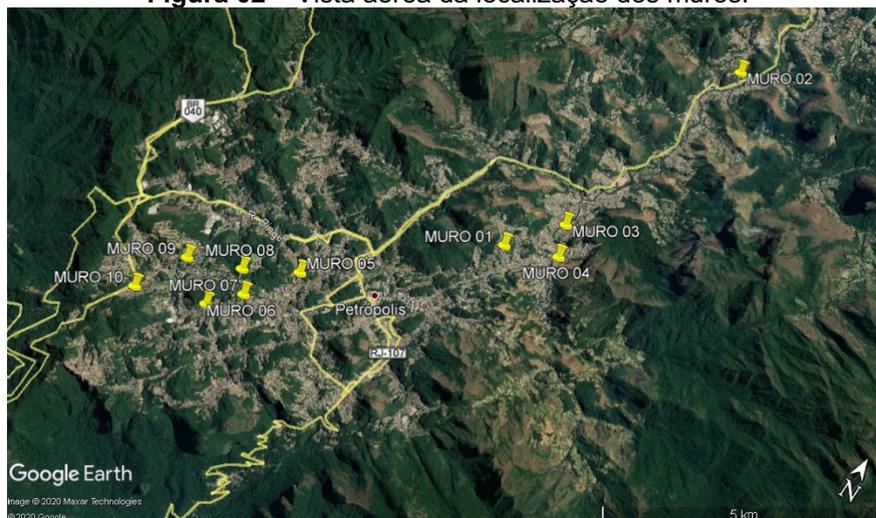
A partir dos dados coletados, foi realizada uma análise dos muros de contenção, identificando as principais patologias e suas possíveis causas.

Por fim, cruzando as informações foi possível identificar um padrão, mostrando as patologias e as possíveis causas mais ocorrentes nos muros de concreto armado no município Petropolitano.

## **ESTUDO DE CASO**

Como estudo de caso no município de Petrópolis, foram escolhidos 10 muros de concreto armado que apresentam patologias, os muros estão dispostos em diferentes bairros da cidade e suas localizações podem ser vistas na Figura 02.

**Figura 02** – Vista aérea da localização dos muros.



Fonte: Google Earth Pro (2020).

## Principais patologias

Foram realizadas vistorias técnicas nos 10 muros, afim de identificar as principais patologias e suas possíveis causas.

### a) Muro 01

O Muro 01, mostrado na Figura 03, fica localizado na Estrada da Saudade, número 1213, no bairro do mesmo nome, nas coordenadas geográficas  $22^{\circ}29'33.82''$  S  $43^{\circ}09'40.57''$  O.

**Figura 03** – Muro 01: (A) Vista; (B) Mapa.



Fonte: (A) Autor; (B) Google Maps (2020).

A Figura 04 mostra as principais patologias encontradas no Muro 01.

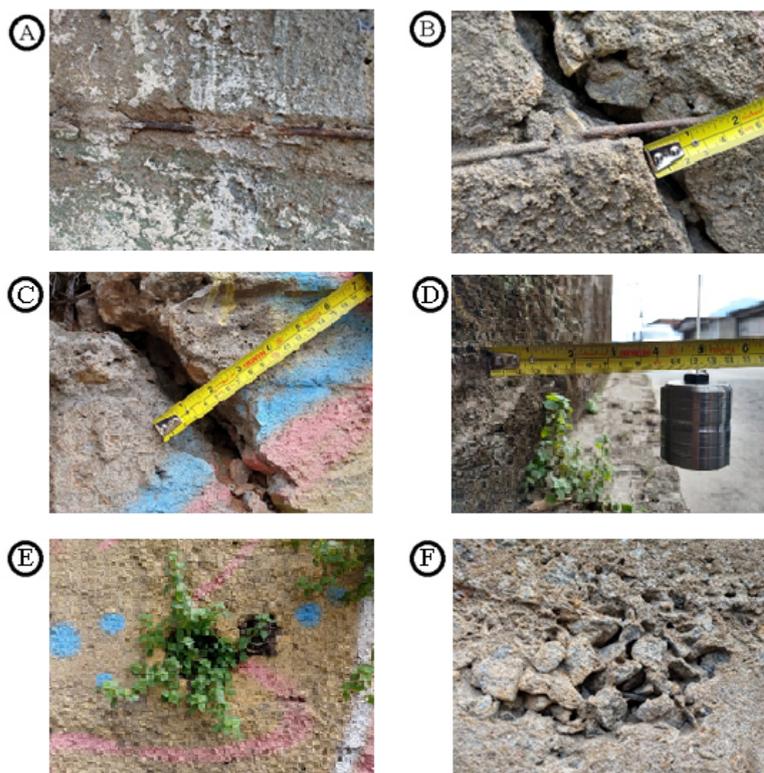
**Figura 04** – Quadro de patologias do Muro 01.

PATOLOGIAS	POSSÍVEIS CAUSAS
Aço exposto	Falha de projeto Falha de execução
Fissuras	Falha de projeto Falta de manutenção
Desaprumo	Falha de projeto
Drenos obstruídos	Falta de manutenção
Ninhos de concretagem	Falha de execução

Fonte: Autor.

A Figura 05 ilustra as patologias citadas acima.

**Figura 05** – Patologias do Muro 01: (A) Aço exposto; (B) Fissura; (C) Fissura; (D) Desaprumo; (E) Dreno obstruído; (F) Ninho de concretagem.

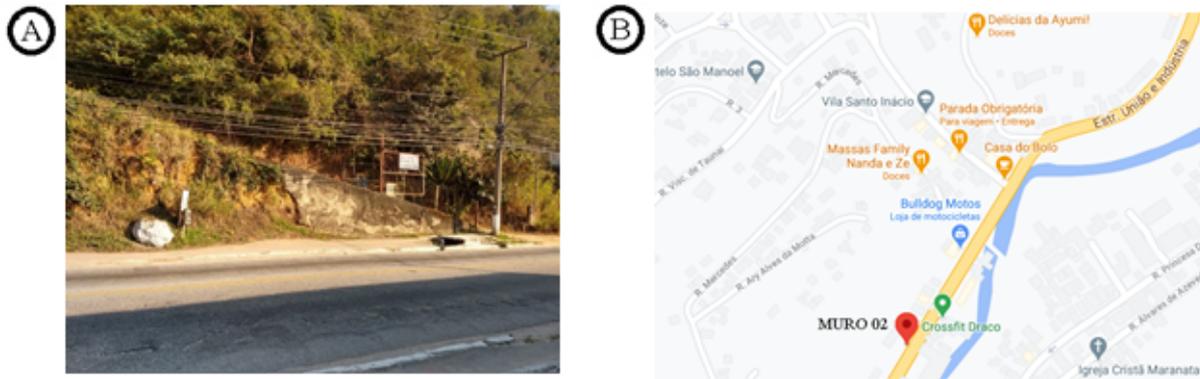


Fonte: Autor.

#### b) Muro 02

O Muro 02 fica localizado na Estrada União e Indústria, número 4625, no bairro Corrêas, nas coordenadas geográficas 22°26'24.22" S 43°08'21.12" O e pode ser visto na Figura 06.

**Figura 06** – Muro 02: (A) Vista; (B) Mapa.



**Fonte:** (A) Autor; (B) Google Maps (2020).

As patologias encontradas no Muro 02, são mostradas na Figura 07.

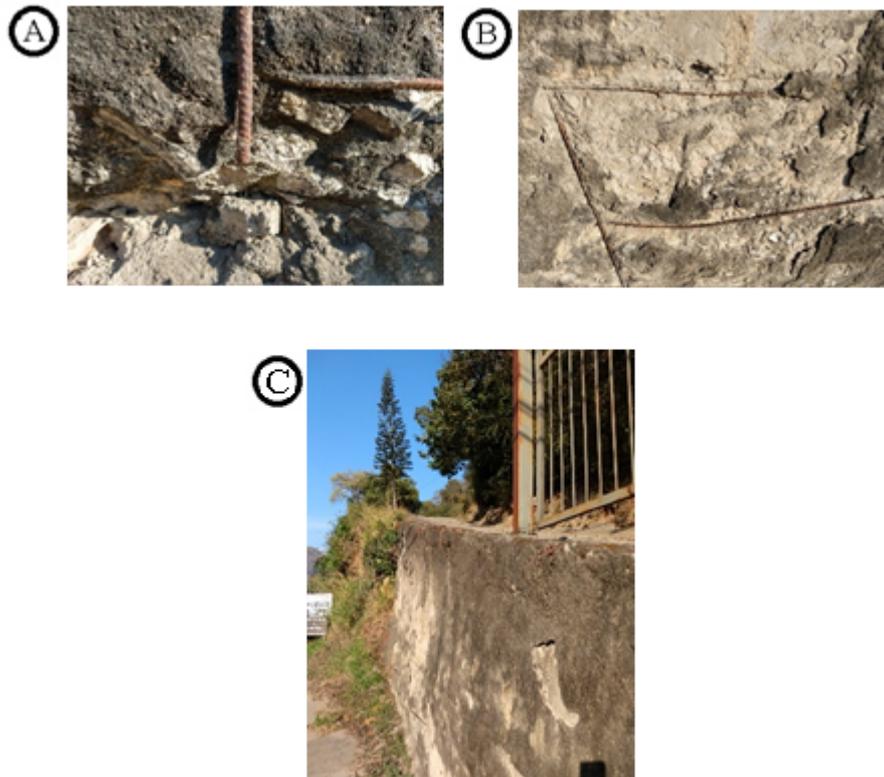
**Figura 07** – Quadro de patologias do Muro 02.

PATOLOGIAS	POSSÍVEIS CAUSAS
Aço exposto	Falha de projeto Falha de execução
Drenos inexistentes	Falha de projeto

**Fonte:** Autor.

A Figura 08 ilustra as patologias citadas acima.

**Figura 08** – Patologias do Muro 02: (A) Aço exposto; (B) Aço exposto; (C) Ausência de drenos.

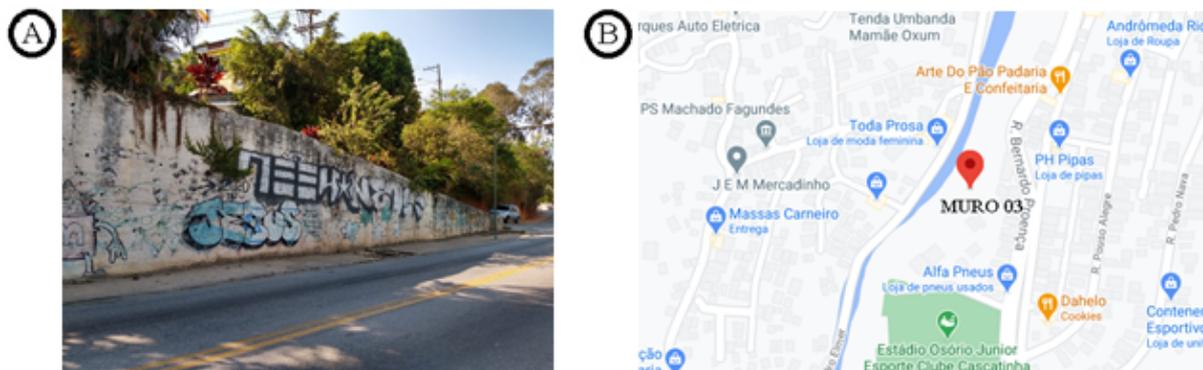


**Fonte:** Autor.

c) Muro 03

O Muro 03 fica localizado na Rua Bernardo Proença, em frente ao número 721, no bairro Itamarati, nas coordenadas geográficas 22°29'00.00" S 43°09'11.32" O e pode ser visto na Figura 09.

**Figura 09** – Muro 03: (A) Vista; (B) Mapa.



Fonte: (A) Autor; (B) Google Maps (2020).

As patologias encontradas no Muro 03, são mostradas na Figura 10.

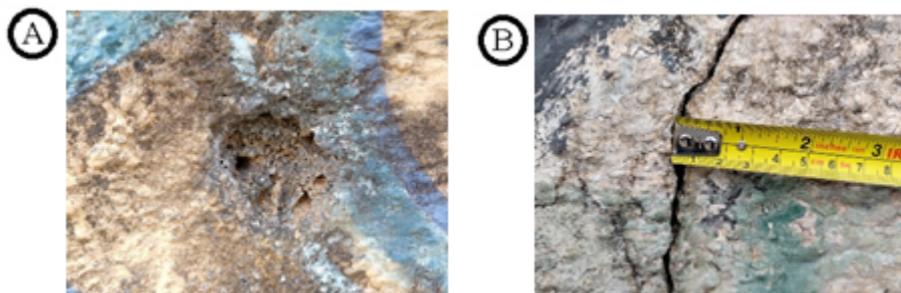
**Figura 10**– Quadro de patologias do Muro 03.

PATOLOGIAS	POSSÍVEIS CAUSAS
Fissuras	Falha de projeto Falta de manutenção
Drenos obstruídos	Falta de manutenção

Fonte: Autor.

A Figura 11 ilustra as patologias citadas acima.

**Figura 11** – Patologias do Muro 03: (A) Dreno obstruído; (B) Fissura.

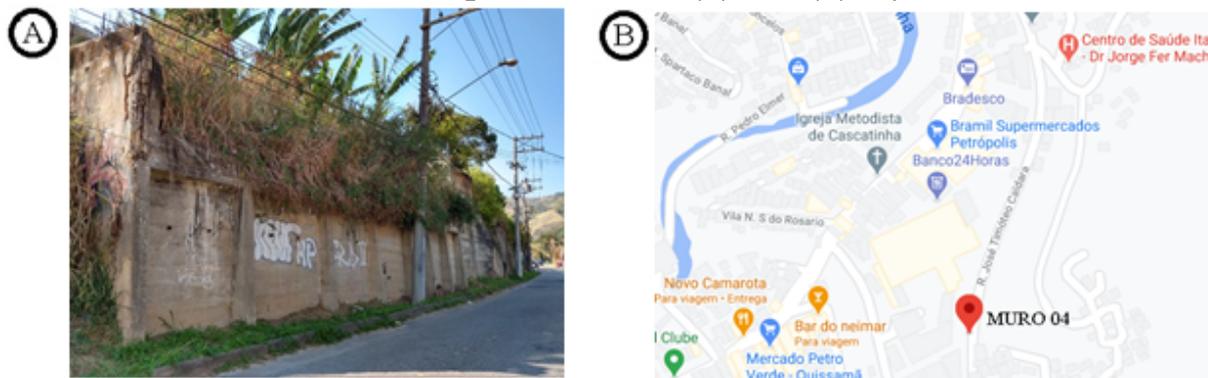


Fonte: Autor.

d) Muro 04

O Muro 04, como mostra a Figura 12, fica localizado na Rua José Timóteo Caldara, número 834, no bairro Itamarati, nas coordenadas geográficas 22°29'20.87" S 43°09'03.49" O.

**Figura 12**– Muro 04: (A) Vista; (B) Mapa.



Fonte: (A) Autor; (B) Google Maps (2020).

As patologias encontradas no Muro 04, são mostradas na Figura 32.

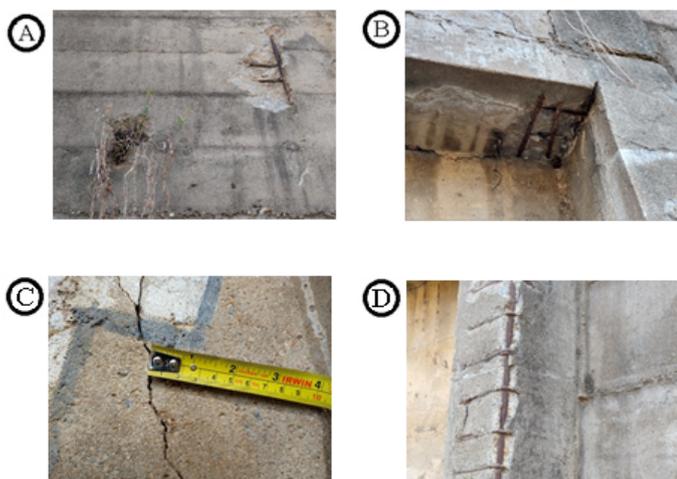
**Figura 13** – Quadro de patologias do Muro 04.

PATOLOGIAS	POSSÍVEIS CAUSAS
Aço exposto	Falha de projeto Falha de execução
Fissuras	Falha de projeto Falta de manutenção
Drenos obstruídos	Falta de manutenção

Fonte: Autor.

As patologias do Muro 14 podem ser vistas na Figura 33.

**Figura 14** – Patologias do Muro 04: (A) Dreno obstruído e aço exposto; (B) Aço exposto; (C) Fissura; (D) Aço exposto.



Fonte: Autor.

e) Muro 05

O Muro 05 fica localizado na Rua Corrêa Lima, número 50, no bairro Valparaíso, nas coordenadas geográficas 22°31'00.10" S 43°11'31.94" O e pode ser visto na Figura 15.

**Figura 15** – Muro 05: (A) Vista; (B) Mapa.



Fonte: (A) Autor; (B) Google Maps (2020).

A Figura 16 mostra as patologias encontradas no Muro 05.

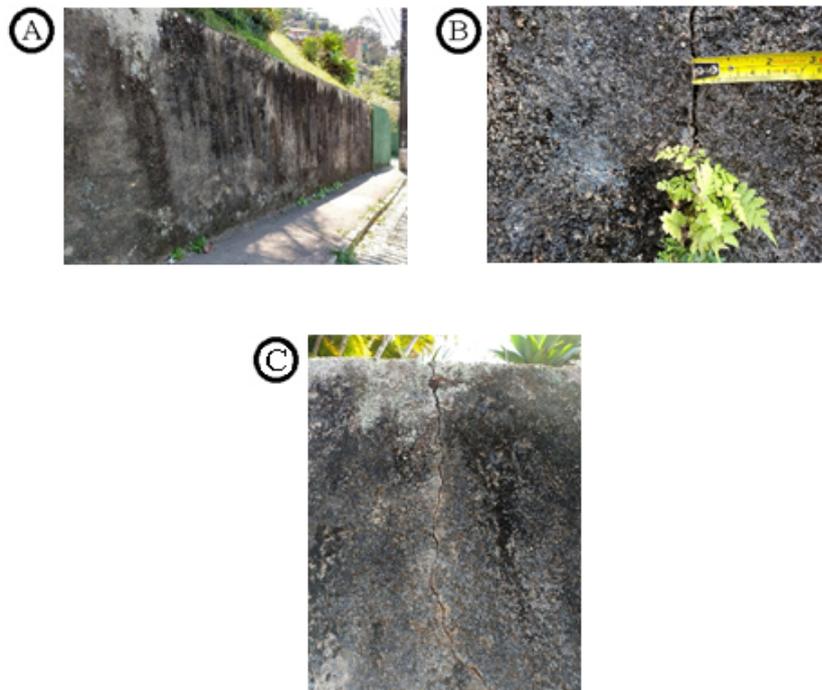
**Figura 16** – Quadro de patologias do Muro 05.

PATOLOGIAS	POSSÍVEIS CAUSAS
Fissuras	Falha de projeto Falta de manutenção
Drenos inexistentes	Falha de projeto

Fonte: Autor.

As patologias do Muro 05 podem ser vistas na Figura 17.

**Figura 17** – Patologias do Muro 05: (A) Ausência de drenagem; (B) Fissura; (C) Fissura.



Fonte: Autor.

f) Muro 06

O Muro 06, Figura 18, fica localizado na Rua Lopes de Castro, número 1651, no bairro Valparaíso, nas coordenadas geográficas 22°31'31.27" S 43°11'56.34" O.

**Figura 18** – Muro 06: (A) Vista; (B) Mapa.



**Fonte:** (A) Autor; (B) Google Maps (2020).

A Figura 19 mostra o quadro de patologias do Muro 06.

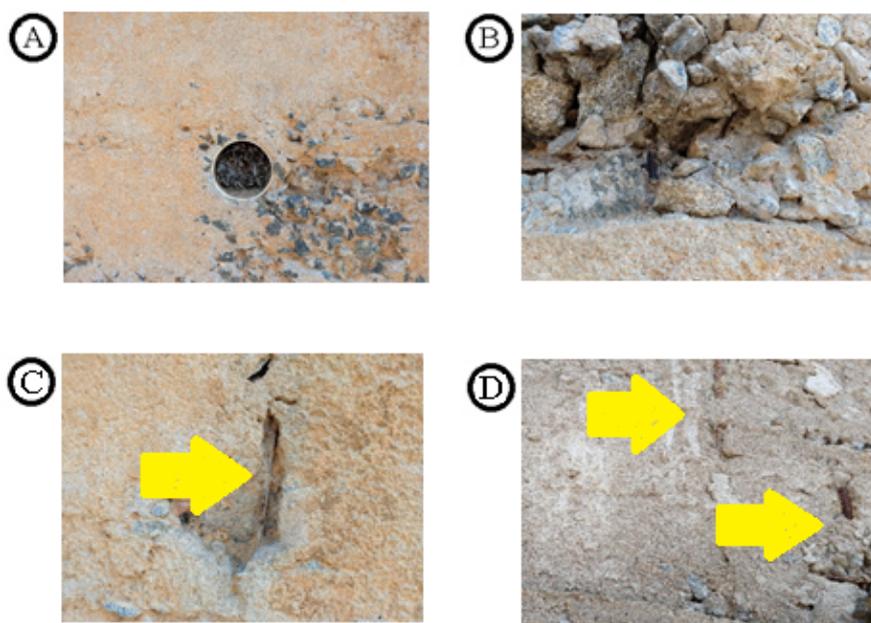
**Figura 19**– Quadro de patologias do Muro 06.

PATOLOGIAS	POSSÍVEIS CAUSAS
Aço exposto	Falha de projeto Falha de execução
Drenos obstruídos	Falta de manutenção
Ninhos de concretagem	Falha de execução

**Fonte:** Autor.

As patologias do Muro 06 podem ser vistas na Figura 20.

**Figura 20** – Patologias do Muro 06: (A) Dreno obstruído; (B) Ninho de concretagem; (C) Aço exposto; (D) Aço exposto.



**Fonte:** Autor.

g) Muro 07

O Muro 07 fica localizado na Rua Raul Veiga, número 326, no bairro Quitandinha, nas coordenadas geográficas 22°31'49.90" S 43°12'15.03" O e pode ser visto na Figura 21.

**Figura 21** – Muro 07: (A) Vista; (B) Mapa.



**Fonte:** (A) Autor; (B) Google Maps (2020).

A Figura 22 mostra o quadro de patologias do Muro 07.

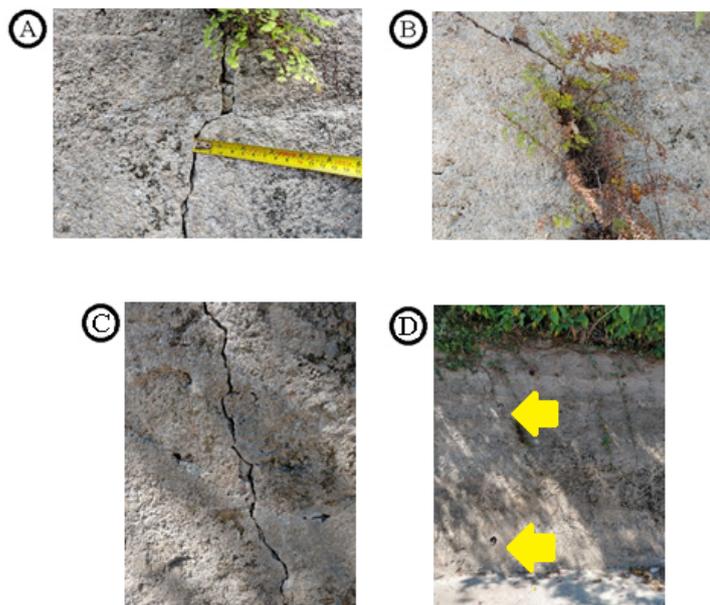
**Figura 22** – Quadro de patologias do Muro 07.

PATOLOGIAS	POSSÍVEIS CAUSAS
Fissuras	Falha de projeto Falta de manutenção
Drenos obstruídos	Falta de manutenção

**Fonte:** Autor.

As patologias do Muro 07 podem ser vistas na Figura 23.

**Figura 23** – Patologias do Muro 07: (A) Fissura; (B) Fissura; (C) Fissura; (D) Drenos obstruídos.



**Fonte:** Autor.

## h) Muro 08

A Figura 24 mostra o Muro 08, que fica localizado na Avenida Getúlio Vargas, número 2194, no bairro Quitandinha, nas coordenadas geográficas 22°31'18.39" S 43°12'06.80" O.

**Figura 24** – Muro 08: (A) Vista; (B) Mapa.



Fonte: (A) Autor; (B) Google Maps (2020).

A Figura 25 mostra o quadro de patologias do Muro 08.

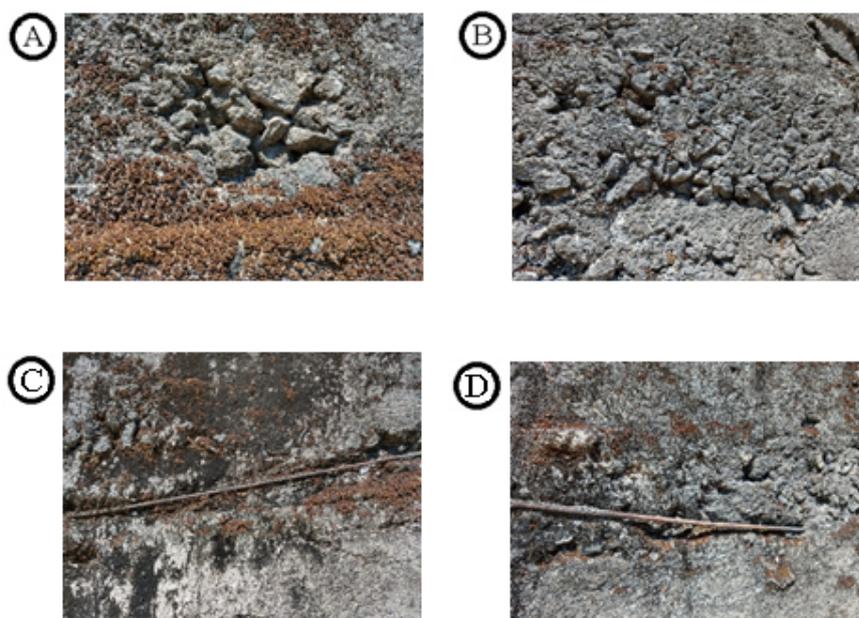
**Figura 25** – Quadro de patologias do Muro 08.

PATOLOGIAS	POSSÍVEIS CAUSAS
Aço exposto	Falha de projeto Falha de execução
Ninhos de concretagem	Falha de execução

Fonte: Autor.

A Figura 26 mostra as patologias citadas acima.

**Figura 26** – Patologias do Muro 08: (A) e (B) Ninhos de concretagem; (C) e (D) Aço exposto.



Fonte: Autor.

i) Muro 09

A Figura 27 mostra o Muro 09, que fica localizado na Rua São Paulo, próximo ao número 109, no bairro Quitandinha, nas coordenadas geográficas 22°31'30.90" S 43°12'44.80" O.

**Figura 27** – Muro 09: (A) Vista; (B) Mapa.



Fonte: (A) Autor; (B) Google Maps (2020).

A Figura 28 mostra as patologias encontradas no Muro 09.

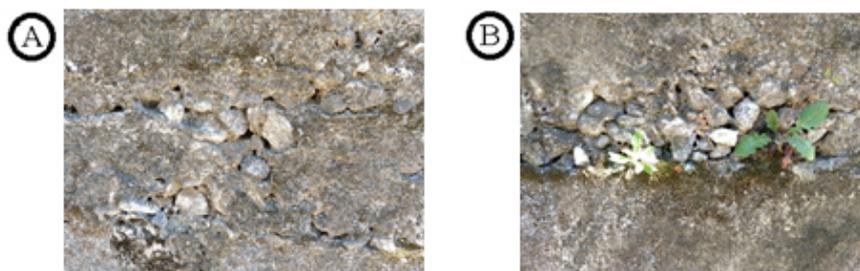
**Figura 28** – Quadro de patologias do Muro 09.

PATOLOGIAS	POSSÍVEIS CAUSAS
Fissuras	Falha de projeto Falta de manutenção
Drenos obstruídos	Falta de manutenção
Ninhos de concretagem	Falha de execução

Fonte: Autor.

A Figura 29 mostra as patologias citadas acima.

**Figura 29** – Patologias do Muro 09: (A) e (B) Ninhos de concretagem; (C) e (D) Fissuras e drenos obstruídos.



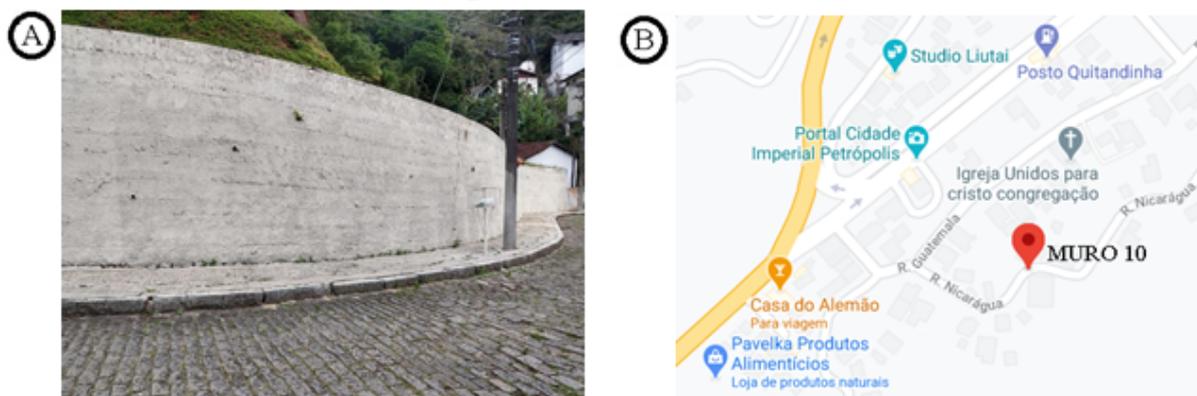


Fonte: Autor.

j) Muro 10

O Muro 10, Figura 30, fica localizado na Rua Nicarágua, número 150, no bairro Quitandinha, nas coordenadas geográficas 22°32'04.51" S 43°13'04.06" O.

Figura 30 – Muro 10: (A) Vista; (B) Mapa.



Fonte: (A) Autor; (B) Google Maps (2020).

As patologias encontradas no Muro 10 são mostradas na Figura 31.

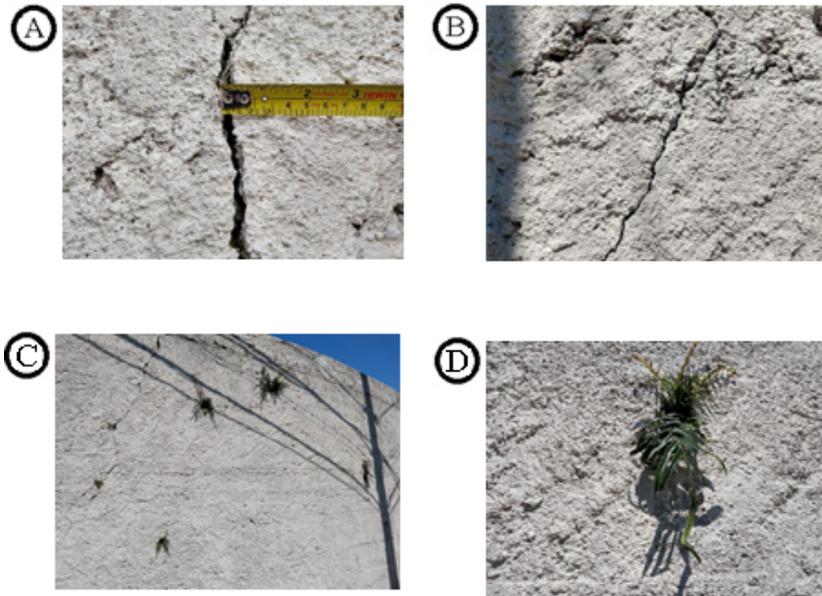
Figura 31 – Quadro de patologias do Muro 10.

PATOLOGIAS	POSSÍVEIS CAUSAS
Fissuras	Falha de projeto Falta de manutenção
Drenos obstruídos	Falta de manutenção

Fonte: Autor.

A Figura 32 mostra as patologias do Muro 10.

**Figura 32** – Patologias do Muro 10: (A) e (B) Fissuras; (C) e (D) Drenos obstruídos.



Fonte: Autor.

## RESULTADOS

Através da análise dos dados coletados nas vistorias dos muros foi possível identificar as principais patologias, bem como as possíveis causas mais encontradas.

Dentre as patologias, a que obteve maior percentual de incidência foi problemas com drenagem, drenos obstruídos ou inexistentes, como pode ser visto na Figura 33, esse tipo de problema ocorre em 90% dos muros estudados, seguido por fissuras (70%), aço exposto (50%), ninhos de concretagem (40%) e desaprumo (10%).

**Figura 33** – Quadro de patologias dos muros.

Patologias Muros	Aço exposto	Fissuras	Desaprumo	Drenos obstruídos / Drenos inexistentes	Ninhos de concretagem
Muro 01	X	X	X	X	X
Muro 02	X			X	
Muro 03		X		X	
Muro 04	X	X		X	
Muro 05		X		X	
Muro 06	X			X	X
Muro 07		X		X	
Muro 08	X				X
Muro 09		X		X	X
Muro 10		X		X	
Percentual dos muros com cada patologia:	<b>50%</b>	<b>70%</b>	<b>10%</b>	<b>90%</b>	<b>40%</b>

Fonte: Autor.

A Tabela 01 mostra a classificação dos níveis de risco para patologias utilizado por Cruz (2020).

**Tabela 01** – Níveis de risco.

Tipo de falha	Efeito da falha	Severidade	Índices Ocorrência	Deteção	Grau de Risco
Patologia no concreto	Fissuras	2	3	3	18 - Baixo
Erros de projeto	Sistema drenante inexistente ou mal dimensionado	4	5	4	80 - Muito alto
	Estrutura insuficiente	4	3	4	48 - Médio
Patologias na armadura	corrosão da armadura	4	3	5	60 - Médio
Erros de execução	Desempenho abaixo do esperado	3	3	3	27 - Médio

**Fonte:** Adaptado de Cruz (2020).

De acordo com Cruz (2020), as patologias nos sistemas drenantes são classificadas com Grau de Risco muito alto, o que chama atenção, pois foram as que obtiveram maior índice de ocorrência no estudo de caso.

As causas das patologias só podem ser determinadas com exatidão mediante análises de solo e de projetos dos muros. Diante da falta destes projetos e da impossibilidade de testes dos solos, foram levantadas possíveis causas para cada patologia utilizando os conhecimentos básicos de Engenharia.

Dentre os muros estudados, 100% apresentaram como possível causa de patologias falhas no projeto, 70% apresentaram falta de manutenção e 60% falha na execução, como mostra a Figura 34

**Figura 34** – Quadro de possíveis causas das patologias dos muros.

Muros	Possíveis causas		
	Falha de projeto	Falha de execução	Falta de manutenção
Muro 01	X	X	X
Muro 02	X	X	
Muro 03	X		X
Muro 04	X	X	X
Muro 05	X		X
Muro 06	X	X	X
Muro 07	X		X
Muro 08	X	X	
Muro 09	X	X	X
Muro 10	X		
Percentual dos muros com as possíveis causas:	<b>100%</b>	<b>60%</b>	<b>70%</b>

**Fonte:** Autor.

As falhas nos projetos resultam em patologias como inexistência de sistemas drenantes, desaprumos, fissuras e aço exposto, a falta de manutenção resulta em drenos obstruídos e fissuras, já as falhas na execução normalmente resultam em ninhos de concretagem e armadura de aço exposta.

A fim de criar um procedimento de verificação de patologias em muros de concreto armado foi elaborado um formulário para vistorias técnicas.

## CONCLUSÃO E SUGESTÕES

Como se pode observar são muitos os problemas que podem ocorrer em estruturas de contenção em concreto armado e que poderiam ser evitados, caso existissem maiores cuidados na elaboração de projetos, na execução das obras e nas manutenções.

Constatou-se que o problema com maior índice de ocorrência nos muros estudados foi a patologia nos sistemas drenantes, com drenos obstruídos ou inexistentes.

É importante frisar que essa patologia é classificada com Grau de Risco muito alto e apesar de ser fundamental em estruturas de contenção, a drenagem muitas vezes não é executada ou não recebe a manutenção adequada, tornando-se o motivo do surgimento de novas patologias, como corrosão da armadura, fissuras, lixiviação, e em casos mais graves, pode até mesmo levar a estrutura ao colapso devido à sobrecarga do solo a montante.

As possíveis causas das patologias que obtiveram maior percentual de ocorrência foram falhas nos projetos, falta de manutenção e falha na execução. O que reflete à realidade do município, onde grande parte das ocupações são realizadas de forma desordenada, e muitas vezes sem projetos, acompanhamentos técnicos, ou planos de manutenção, isso mostra que com bom planejamento e devida manutenção essas patologias poderiam ser evitadas.

Diante de todo o exposto, conclui-se que o padrão de ocorrência de patologias em muros de concreto armado no município de Petrópolis se dá principalmente nos sistemas drenantes, devido a falhas no projeto e falta de manutenções periódicas.

## SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista o aprimoramento dos sistemas de contenção na cidade de Petrópolis, são sugeridas algumas linhas de pesquisas para trabalhos futuros:

1. Desenvolvimento de um controle de qualidade na execução de estruturas de contenção;
2. Desenvolvimento de um programa de manutenção preventiva para estruturas de contenção;
3. Comparativos de custos entre tipos de muros de contenção;
4. Análise de técnicas de reforço estrutural para muros de contenção.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11682**: Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro, 2009.

\_\_\_\_\_. **NBR 6118**: Projeto e execução de obras de concreto armado. Rio de Janeiro, 2014.  
CRUZ, R. B. C. Método para análise do risco em estruturas de arrimo em concreto Armado. **Revista de Engenharia Civil**, n. 57, 36-49, abr, 2020. Disponível em: <<http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n57/Pag.36-49.pdf>> Acesso em: 26 set 2020.

DE OLIVEIRA, Alexandre Magno. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. 2012. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012.

DOMINGUES, Paulo Cezar. **Indicação para projeto de muros de arrimo em concreto armado**. 1997. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia São Carlos - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

GERSCOVICH, Denise Maria Soares [et al.]. **Contenções: Teoria e aplicações em obras**. São Paulo: Oficina de textos, 2016. 240 p.

GERSCOVICH, Denise Maria Soares. **Estruturas de Contenção: Muros de Arrimo**. Rio de Janeiro: UERJ, 2010. Disponível em: <<http://www.eng.uerj.br/denise/pdf/muros.pdf>>. Acesso em: 09 maio 2020.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**, 2015. 156 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola Politécnica – Rio de Janeiro, 2015.

GUERRA, Antonio José Teixeira [et al.]. **Evolução histórico-geográfica da ocupação desordenada e movimentos de massa no município de Petrópolis, nas últimas décadas**. In: Revista Brasileira de Geomorfologia. Ano 8, n.1, p. 35-43, Rio de Janeiro, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/petropolis/panorama>>. Acesso em: 13 setembro 2020.

MORE, Javier Zenobio Pérez. **Análise Numérica do Comportamento de Cortinas Atirantadas em Solos**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2003.

NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise Chemale. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal de Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde**. Santa Catarina, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/151/1/Daniel%20Nazario.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2020.

SANTOS, Camila Freitas. **Patologia de estruturas de concreto armado**, 2014. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria, 2014.

SILVA, Rafael Cerqueira. **Análise do Comportamento de Estruturas de Solo Grampeado através da Monitoração de Obra e Modelos Físicos** (Escala 1:1). 2020. 354 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2010.

SOUZA, Damiane Marques. Muros de arrimo. **Revista online IPOG Especialize**. Cuiabá, MT, n. 11, p. 01-15, julho, 2016. Disponível em:  
<<https://pt.scribd.com/document/342453949/damiane-marques-de-souza-18271112-pdf>>  
Acesso em: 20 de set. 2020.

TAVARES, Lisiane Morfeo. **Estudo do processo de corrosão por íons cloreto no concreto armado utilizando armaduras comuns e galvanizadas**. 2006. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2006.