

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA MURALHA DA LADEIRA DA MONTANHA – SALVADOR/BA

Olga de Novaes Moreira Neta¹; Weiner Gustavo Silva Costa²; Alexandra Cruz Passuello³

RESUMO: As contenções são obras que garantem estabilidade ao maciço e a contínua expansão das cidades torna essas construções cada vez mais recorrente no dia a dia dos municípios, devido a expansão da ocupação territorial sem planejamento desencadear em apropriação de áreas susceptíveis a movimentações de solo. Como toda edificação ao decorrer do tempo, as obras de contenção também estão susceptíveis a degradação devido a agentes agressivos, que geram sintomas como forma de manifestações patológicas, principalmente em estruturas de contenção antigas. Este trabalho realizou uma vistoria visual utilizando da ferramenta Google Street View para observar a recorrência das manifestações patológicas, e demais fatores externos que podem interferir no desempenho da muralha de contenção da Ladeira da Montanha localizada na cidade de Salvador, Bahia. Realizou também a comparação histórica dos registros em anos anteriores para observar a dinâmica de manutenção realizada na edificação. Através desses dados e observações feitas, foi obtido dados que possibilitaram o mapeamento e os percentuais correspondentes aos indicadores de sintomas e fatores externos, indicando uma maior recorrência de mofo/ e ou bolor e plantas espontâneas. As manutenções de limpeza no histórico dos anos não possuem uma constância para manter a edificação livre do desenvolvimento das plantas. Resultando numa contenção em degradação indesejável e manutenções insuficientes para sanar os problemas identificados.

Palavras-chave: Muralha de Contenção. Inspeção. Manifestações Patológicas.

ABSTRACT: The retaining walls are structures that guarantee soil mass stability to the massif, and the continuous expansion of the cities makes these constructions more and more recurrent in the daily lives of the municipalities, due to the expansion of territorial occupation without planning to trigger in appropriate areas susceptible to soil movements. Like any building over time, as retaining walls they are also susceptible to degradation due to aggressive agents, which generate symptoms as a form of pathological manifestations, especially in old retaining walls. This work was a visual inspection using the Google Street View tool to observe the recurrence of pathological manifestations, and other external factors that may interfere with the performance of the retaining wall of the Ladeira da Montanha located in the city of Salvador, Bahia. It also carried out a historical comparison of the records in previous years to observe the dynamics of maintenance carried out on the building. To the data and look made out, any any data that possible if all using the mapping and the corresponding percentages to the index of that and found over, will the major recurrence of mold / and or spontaneous mold and plants. The maintenance of cleanliness in the history of the years does not maintain a constancy to keep the building free from the development of the plants. Observing a retaining walls in undesirable degradation and insufficient maintenance to solve the identified problems.

Keywords: Containment. Pathological manifestations. Wall of the Mountain Slope. Inspection.

1. INTRODUÇÃO

¹Graduanda; Curso de Engenharia Civil; Grupo de Pesquisa para Preservação e Ocupação Segura do Ambiente Construído; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

² Professor; Mestre; Eng. Civil, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

³ Professora; Doutora; Eng^a. Civil; Grupo de Pesquisa para Preservação e Ocupação Segura do Ambiente Construído; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Questões técnicas relacionadas às estruturas de contenções de encostas é um tema que tem ganhado muita relevância na atualidade. Com o rápido processo de ocupação e expansão dos territórios urbanos, muitos bairros e cidades se desenvolveram sem planejamento, permitindo o uso de áreas não favoráveis a ocupação, como no caso das encostas suscetíveis a movimentos de massa. Segundo Santana e Cerqueira (2017), o número de ocorrências de movimentos de massa em áreas urbanas tem crescido significativamente, especialmente nas grandes capitais do país. Isso se deve em muito pela rápida expansão territorial sem o devido planejamento do uso e ocupação do solo.

Salvador, primeira capital do Brasil, é uma das cidades brasileiras com este perfil, onde a ocupação desenfreada das encostas criou uma grande suscetibilidade a deslizamentos. Segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres (CEMADEN, 2017), a cidade apresentou o segundo maior número de alertas de movimento de massa em todo Brasil, ficando atrás somente de Manaus. Estas ocorrências ocorrem principalmente durante os períodos de intensas precipitações atmosféricas, de Abril a Julho na Bahia, segundo dados do INMET.

A solução do problema na redução dos riscos de movimentos de massa está no uso de obras de engenharia capazes de conter o maciço e, assim, garantir a segurança do território ocupado. Atualmente são inúmeros os tipos de técnicas utilizadas no projeto de estruturas de contenção, tal como as cortinas atirantadas, solo grampeado, muros de arrimo por flexão, muros de arrimo por gravidade etc. Este último, inclusive, é um dos tipos de estruturas de contenção que é utilizado há muito tempo, quando o concreto armado ainda não dominava o cenário das obras civis.

Muitas são as cidades históricas que possuem obras de contenção do tipo muros de arrimo por gravidade. Salvador é uma destas cidades, onde seu centro histórico é marcado pela presença de muralhas de contenção que foram construídas ainda no período colonial. Salvador, inclusive, devido a sua topografia acidentada, é considerada por alguns autores como uma cidade-fortaleza, dividida naturalmente entre dois planos: a cidade baixa e a cidade alta (GOMES; ABBADE, 2015). Essa divisão natural do território, embasada pela topografia, gerou a

necessidade de construir estruturas de ligação entre as duas regiões, com a inserção de obras que intervissem na estabilidade do maciço.

Uma das estruturas antigas de maior importância para Salvador é aquela que estabiliza o maciço da Ladeira da Montanha, região da cidade onde foi construído o elevador Lacerda, que atualmente garante uma outra possibilidade de conexão terrestre entre a orla e o centro histórico. Devido à possibilidade de instabilidade da encosta da ladeira, foi necessária a construção de um muro de arrimo que percorre os 700 metros de extensão desta via.

As questões técnicas relativas as estruturas de contenção não estão relacionadas somente com a sua construção, mas as intervenções de manutenção ao longo da sua vida útil são fundamentais para que se mantenha em níveis adequados de desempenho. Processos de deterioração gerados por excesso de carga, erosão causada pelas águas pluviais e até mesmo problemas nos elementos de drenagem, entre outros, podem causar sérios danos funcionais, podendo comprometer a estabilidade das estruturas de contenção.

Sendo assim, um dos pontos importantes no controle de estruturas de contenção refere-se à manutenção periódica, pois a garantia da sua funcionalidade, bem como de todos os sistemas que a compõe, é requerida para garantir que não sejam instaurados riscos que possam conduzir a danos estruturais mais sérios e até mesmo a colapso. Para elaboração de um planejamento adequado de manutenções torna-se necessário a realização de um monitoramento periódico destas estruturas, pois somente assim será possível ter o embasamento técnico que permita hierarquizar as intervenções de conservação e recuperação.

A manutenção periódica das estruturas de contenção é necessária para qualquer obra. Entretanto, construções mais antigas requerem um tratamento especial, justamente porque, na grande maioria dos casos, elas estão associadas a um contexto histórico que, além das questões relativas ao risco, está protegido por políticas especiais de preservação. Não se espera perder parte do patrimônio de uma cidade, e especialmente, devido as suas condições de fragilidade, permitir a instauração de situações de risco de vida para a população. Não pode se admitir situações como a ocorrida em maio de 2015, onde, devido à fortes chuvas, um

casarão localizado na Ladeira da Montanha acabou desabando em função de um deslizamento de terra, causando a perda de vidas humanas (G1, 2015).

Com base na problemática apresentada, este trabalho tem como objetivo fazer um levantamento visual e qualitativo dos principais tipos de manifestações patológicas presentes na estrutura de contenção da Ladeira da Montanha. O método utilizado para a inspeção visual incluiu as imagens captadas pelo Google Street View, no ano de 2019, e levanta as principais manifestações patológicas apresentadas, com base na literatura técnica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As estruturas de contenção são construções feitas em encostas naturais ou artificiais, nos maciços de solo ou rocha que possuem risco de deformações excessivas e até mesmo de colapso. As encostas são superfícies íngremes constituídas por maciços de solo naturais, devido a sua condição topográfica, ou então, artificial quando é feita por escavações no solo (CARMIGNANI E FIORI, 2009). Existem diversos tipos de soluções para a estabilização dessas áreas de desnível. Desde estruturas mais esbeltas de muros de concreto armado às estruturas de grande volume e massa como os muros de gravidade. Essas outras estruturas podem ser de solos grampeados, terra armada, muros, cortinas ancoradas e entre outras (LUIZ, 2014).

Os muros de arrimo são os tipos de estruturas de contenção mais comuns nas construções antigas. A sobreposição de grandes materiais desfrutando da gravidade, foi uma das primeiras soluções utilizadas e continua sendo um método empregado na atualidade. Os muros de alvenaria de pedra são os mais antigos e numerosos. Segundo Dutra (2015), foram esses tipos de estruturas as primeiras obras introduzidas no Brasil no século XVIII, principalmente nos fortes costeiros, e que, com a chegada da Corte Portuguesa, tiveram seu uso expandido para obras portuárias e contenções urbanas no século XIX, especialmente na Bahia e no Rio de Janeiro.

As contenções de muros são subdivididas em: muros de gravidade, muros atirantados, muros de flexão, muros de contrafortes, muros de gabiões e crib wall

(HACHICH *et al.*, 1996). Os muros de flexão são um tipo de estrutura mais esbelta e contemporânea, pois são construídas em concreto armado. Seu formato de “L” trabalha estruturalmente para resistir aos esforços através da flexão, utilizando parte do peso próprio do maciço para manter o equilíbrio. Já os muro de gravidade são mais robustos, pois trabalham estruturalmente para resistir as deformações e empuxo do terreno a partir do efeito causado pelo seu peso próprio. A massa deste tipo de contenção produzirá uma força de atrito no contato da estrutura com o solo, sendo projetada nas dimensões necessárias para produzir resistência suficiente para que o solo não venha a se movimentar e deslizar. Os muros de gravidade podem ser construídos por diferentes materiais, sendo normal utilizar aqueles disponíveis nas redondezas do local da construção. Este tipo de contenção foi o mais adotado no passado (GERSCOVICH, 2008)

Os muros de gravidade podem ser construídos com diversos tipos de materiais, entre eles: concreto ciclópico, pedra, pneus, solo-cimento, entre outros. Esse tipo de contenção não é economicamente viável para alturas superiores aos 4 metros, devido sua largura de base ser da ordem de grandeza de 50% da altura do muro. Para que estas estruturas tenham um desempenho adequado é necessário que todas as etapas do processo construtivo, desde o projeto, execução e uso, sejam conduzidas de forma planejada e detalhada (GERSCOVICH, 2008).

Um dos parâmetros importantes de projeto é o empuxo do solo, que é a resultante das forças horizontais exercidas pelo maciço de solo sobre determinada superfície de contato. A avaliação desse carregamento exercido na estrutura pelo empuxo é fator principal para avaliação de sua estabilidade. Existem três tipos de empuxo: o empuxo que ocorre em repouso, o empuxo ativo e o empuxo passivo. O empuxo em repouso é quando as deformações laterais são impedidas, de forma a manter a massa de solo em estado de equilíbrio estático (GERSCOVICH; DANZIGER; SARAMAGO, 2016). O empuxo ativo é a pressão induzida entre o solo e a estrutura, quando existe uma tendência de movimentação horizontal de expansão do solo, sob condição e equilíbrio plástico. Por fim, o empuxo passivo é a pressão induzida entre o solo e a estrutura no sentido horizontal na tendência de compressão do solo, também em condições de plastificação do solo (DAS e SOBHAN, 2014).

Essas tensões são resultado de combinações feitas pelo peso próprio e por cargas ou carregamentos adicionais aplicados na superfície do terreno. Fator principal na análise dessa resultante de tensão é o efeito da água no solo. Segundo Pereira (2017), a presença de água no maciço deve ser levada em consideração, para que seus efeitos sejam minimizados, pois seu acúmulo é um dos principais fatores condicionantes da instabilidade de taludes.

Os maiores problemas e acidentes ocorridos com muros de arrimo estão relacionados a falhas no sistema de drenagem, pois o acúmulo de água pode até mesmo duplicar o empuxo sobre a contenção. Existem duas formas para que a água interfira no desempenho da estrutura: efeito direto, onde a sua concentração junto ao tardo (parte em contato da estrutura com o solo) gera esforços devido à sobrecarga do acúmulo da água, ou indireto, quando o acúmulo de água gera uma redução da resistência ao cisalhamento do maciço (GERSCOVICH, 2008). Cada um destes efeitos da água sobre a estrutura pode desencadear problemas distintos. Quando o acúmulo é gerado entre o tardo e a contenção, isso pode gerar abaulamento da estrutura e/ou proliferação de mofo ou outros organismos na face. Quando ocorre o aumento da saturação do solo há uma redução da resistência ao cisalhamento, podendo gerar movimentações do solo e trincas ou fissuras na contenção.

Segundo dados do CEMADEM (2017), os registros de movimentos de massa são registrados em paralelo ao período de chuvas. Estes dados evidenciam o quanto é fundamental a implementação de sistemas de drenagem, que são dispositivos que tem a finalidade de fazer o manejo adequado das águas. Estes elementos devem ser bem dimensionados e executados para funcionar com eficiência, principalmente nos períodos de maiores precipitações atmosféricas. Os principais recursos de drenagem feitos em muros de arrimo são os colchões drenantes, que servem de captação da água infiltrada, conduzindo-a para fora do maciço através de tubos de PVC, denominados drenos barbacã (GERSCOVICH, 2008). Nas estruturas mais antigas eram feitas aberturas na contenção para condução dessa água, além da construção de bermas, que são degraus feitos no solo para melhorar estabilidade do talude e facilitar instalação de sistemas de drenagem superficial. As bermas eram instaladas com canaletas superficiais para

evitar a infiltração. Quando não há um sistema de drenagem superficial eficiente, o solo pode se movimentar devido ao infiltração de água no terreno levando a acréscimos de pressão e redução de resistência gerado pela água, levando a, por exemplo, em maciços rochosos a ocorrência de deslocamentos, segundo Pinotti (2013), isso corresponde ao desprendimento de placas ou massas rochosas.

Falhas no sistema drenante ocasionam também muitas manifestações patológicas nos sistemas de contenção. Segundo CASTRO (2019), as principais causas que contribuem para apresentação de manifestações patológicas em muros de arrimo são os movimentos de solos de aterro mal compactados, recalque do solo de fundação em edificação vizinha, escavações próximas aos muros e má condição de drenagem, que desencadeiam sintomas como fissuras ou trincas, e problemas de umidade.

De acordo com Ferreira e Lobão (2018), as manifestações patológicas podem apresentar diferentes características aparecendo com maior frequência as infiltrações, fissuras, movimentações térmicas, descolamentos, corrosão da armadura, para o caso de obras de concreto armado, entre outras. Os problemas patológicos normalmente são originados por algum erro ou falha cometida em pelo menos uma das fases do projeto, seja a concepção, projeto, execução, uso ou manutenção e que acabam se manifestando cedo ou tarde na estrutura. (TUTIKIAN; PACHECO, 2013).

Para que seja previsto a manutenção e/ou recuperação adequada é necessário um acompanhamento periódico da estrutura com identificação dos sintomas e análise adequada para um diagnóstico correto (TUTIKIAN; PACHECO, 2013). A partir da realização de vistorias e/ou inspeções periódicas é possível identificar as manifestações patológicas presentes e planejar as ações para a manutenção da estrutura.

Dentre os surgimentos das manifestações, a mais recorrente é devido a umidade, que se manifesta através de: eflorescência, musgos, criptoflorescência, mofo/bolores, abaulamento, fissuras causadas por deslocamentos e movimentações. A eflorescência é a formação de depósitos salinos nas superfícies das alvenarias, concretos ou argamassas como a dissolução dos sais que fazem parte das estruturas dos materiais cimentícios. Semelhante a esse processo, a

criptoflorescência é a cristalização dos sais dentro dos poros da estrutura. O mofo e bolor são fungos vegetais, organismos que obtêm alimentos através da absorção de nutrientes de fontes externas, suas raízes aderem a estrutura e com o tempo vão desagregando a superfície, eles se desenvolvem em ambientes com presença de água. As fissuras surgem muitas vezes dos movimentos gerados pelo solo, que devido a estrutura ser rígida, acaba gerando fissuras na mobilização (BELON, 2019). Os musgos são plantas de pequeno porte e se desenvolvem em ambientes úmidos sobre diferentes superfícies (CAMPOS, 2021). As trincas e fissuras relativas à movimentação do solo devido à sobrecarga, ou pelo movimento resultante da perda de resistência ao cisalhamento do solo, comprometem a estabilidade do muro, podendo, inclusive, desencadear a ruptura total do muro.

Além dos problemas acima mencionados, acúmulo de água em estruturas de contenção também pode gerar proliferação de plantas parasitas. Segundo Pereira e Melo (2018) este tipo de vegetação são plantas espontâneas que crescem nas fissuras e poros devido a presença de umidade. O crescimento das raízes acaba gerando tensão na estrutura desencadeando um processo de fissuração progressivo.

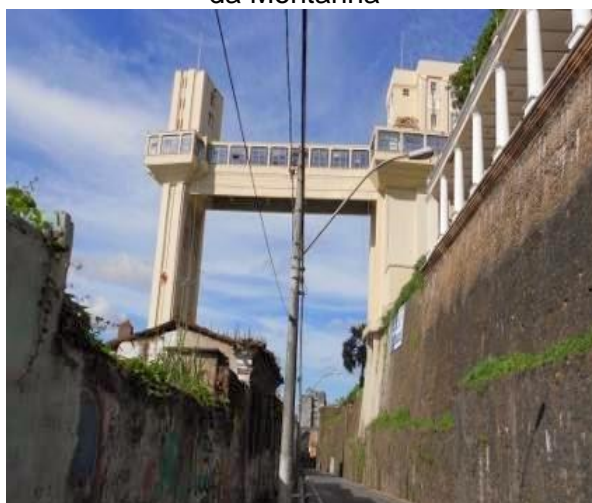
3. OBJETO DE ESTUDO: CARACTERIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

O conjunto da Ladeira da Montanha e a muralha que contém o maciço são um dos elementos mais significativos do frontispício da paisagem do Centro Antigo da cidade, em conjunto com o Elevador Lacerda, como pode ser visto na Figura 1. Essa característica física de desnível do relevo deve-se a presença de uma grande falha geológica, denominada, em homenagem a cidade, de falha de Salvador. As falhas geológicas são geradas pela presença de fraturas, nas quais se observam deslocamentos entre as paredes rochosas, podendo ter diferença de milímetros até quilômetros (CPRM, 2011). Em Salvador esta diferença de nível chega a 74 metros e separa a Cidade Alta da Cidade Baixa.

Com o decorrer do tempo esse desnível foi vencido por diversas obras de engenharia como a Ladeira da Montanha e todo o seu conjunto que garante acesso a Cidade Alta. Na Figura 2 é identificado o trajeto da ladeira que tem

aproximadamente 700 metros. Essa área que é dominada pelo porto, onde durante séculos foi a única porta de entrada da cidade, faz parte do Centro Histórico tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). A ladeira da Montanha foi projetada em 1873 pelo engenheiro Francisco Pereira Aguiar e sua execução foi realizada entre os anos de 1878 e 1885 (SILVA; SILVA; MELLO, 2019).

Figura 1 – Detalhe de uma vista da Ladeira da Montanha



Fonte: IPHAN (2014)

Figura 2 - Identificação da localização e trajeto da Ladeira da Montanha



Fonte: Google Earth (2021)

Segundo o IPHAN (2014), a contenção da Ladeira foi inicialmente construída em taipa de pilão, porém, sua estrutura foi ruindo com o passar dos anos, devido a área ser suscetível a deslizamentos de terra, especialmente nos períodos de fortes chuvas. Então, ainda no período colonial, os portugueses construíram uma nova muralha, que é uma representação de um tipo de muro de gravidade constituído por pedra argamassada, onde em algumas partes pode ser visualizados trechos em taipa de pilão, material no qual inicialmente ela era constituída (CORREIOS, 2019). O seu sistema de drenagem é representado por aberturas na face da contenção para que a água infiltrada escoe e seja drenada para a parte externa do muro.

Como trata-se de um muro de gravidade, sua estrutura resiste aos esforços do empuxo horizontal do solo através do seu peso próprio, e por este motivo a estrutura, de grandes dimensões, é possivelmente bastante espessa em alguns pontos. Como a união das pedras é feita por argamassa, isso elimina a sua

capacidade drenante, sendo necessário a implementação de dispositivos drenantes, como dreno de areia ou aberturas para drenar a água e aliviar a poro pressão na estrutura.

A conservação estrutural e arquitetônica desse cenário é uma forma de manter viva a história, memórias e expressões da construção da cidade. Porém, ele passa por transformações cotidianas, muitas delas irregulares, causadas pela expansão populacional e territorial.

O monitoramento e investimento em cenários e regiões como esta é fundamental para impedir acidentes e demais degradações no patrimônio cultural e histórico, e assegurar a preservação da vida. Mesmo com aumento do investimento de recursos, é necessário também uma política abrangente em toda área de preservação histórica aliada a uma boa política social, principalmente nessas edificações da região da Ladeira da Montanha.

Em 2016, através do projeto PAC Cidades Históricas que visa a restauração dos centros históricos, o IPHAN realizou o mapeamento de lesões e danos da muralha, causados pela ação antrópica, por problemas estruturais, microorganismos, infiltração de água, ação das intempéries e demais agentes que geraram manifestações patológicas na edificação. Esse relatório além de listar danos, agentes e causas, ele lista as intervenções necessárias para recuperação da estrutura, desde intervenções estruturais à recuperação de drenagem (IPHAN, 2016).

Em 2019, a prefeitura de Salvador iniciou uma requalificação do Centro Histórico, investindo um total de 300 milhões e 4,5 milhões de reais, somente na requalificação da muralha (CORREIO, 2019). Segundo a SECOM, Secretaria de Comunicação de Salvador (2019), essa intervenção contemplou a estabilização estrutural e a restauração paisagística e inserção de iluminação. O presente trabalho visa contribuir com a verificação dos estados da estrutura antes da realização das últimas obras, visto que atualmente não é possível uma visita ao local devido a situação de pandemia.

4. METODOLOGIA

O estudo das manifestações patológicas do muro de arrimo da Ladeira da Montanha foi realizado de forma qualitativa e quantitativa. As imagens que deram base para a análise da vistoria foram as disponibilizadas pelo Google Street View, relativo aos registros realizados no mês de abril do ano de 2019. Entretanto, tornou-se pertinente também considerar os registros históricos anteriores de forma a identificar se em períodos precedentes a contenção passou por intervenções de manutenção. O período anterior considerado refere-se aos anos de 2011 a 2017.

As imagens coletadas do Google Street View foram obtidas a cada 25 metros, utilizando a ferramenta de medida do Google Earth, como mostra a Figura 4. Foram realizadas marcações em cada local correspondente do trajeto, obtendo um total de 29 locais a serem estudados. Elas foram selecionadas através da análise visual da apresentação de manifestações patológicas, essas imagens serão discutidas no decorrer do trabalho.

As categorias de manifestações analisadas foram mofo, fissuras, musgos, deslocamento da alvenaria, bolor, presença de plantas espontâneas e infiltrações que, segundo Belon (2019), podem gerar problemas no desempenho da estrutura. Também foram observadas as interferências externas que podem alterar características e/ou desempenho da estrutura, tal como edificações acima da contenção, presença de pichações e de tubulações externas, bem como alterações diversas na própria estrutura, como adição de outdoor, revestimentos, entre outras modificações.

Após analisadas e discutidas as manifestações obtidas, realizou-se uma observação quanto a constância das manutenções de remoção das plantas que se desenvolvem na muralha. Considerou-se os anos de 2011 a 2017, anos os quais o Google realizou capturas de imagem, como período de análise. Utilizou-se o ano 2011 como referencial comparativo, a partir disso, observou-se a recorrência de limpeza nesse intervalo de tempo.

Figura 4: Marcadores indicando os pontos de coletas de imagem



Fonte: Google Earth (2021)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através das observações visuais feitas utilizando o Google Street View foram obtidos os dados quantitativos de indicadores de manifestações patológicas organizadas na Tabela 1.

Tabela 1: Mapeamento das manifestações patológicas

INDICADORES DE ANÁLISE	PORCENTAL OBSERVADO
Mofo e/ou bolor	100%
Plantas espontâneas	72,41%
Desplacamento da alvenaria	51,72%
Umidade na face da estrutura	31,03%
Musgos	24,14%
Movimentação do maciço	3,45%
Fissuras	0%

Fonte: Próprio autor

Como é possível ver na Tabela 1, o mofo foi recorrente em toda a extensão do muro, com percentual de 100% nos locais observados, representado pelas machas na alvenaria. Pode ser explicado pela umidade da estrutura e do ar, especialmente devido a localização ser próxima ao mar. A presença de plantas em toda a extensão da muralha é bastante recorrente, aparecendo em 72,41% dos marcadores estudados, assim como a desagregação do material que compõe o muro, com 51,72%. Pode-se vincular esse desenvolvimento das plantas como um possível fator de contribuição do deslocamento da alvenaria, visto que suas raízes

se desenvolvem nas regiões de ligação das pedras, abrindo espaços e desagregando a argamassa. Ao realizar os levantamentos de dados, foram percebidos que a presença dos musgos, correspondente a 24,14%, estava sempre vinculada a presença de umidade na face da estrutura, proveniente das aberturas de drenagem.

É possível constatar que os indicadores de fissuras não foram observados em nenhum trecho, com 0% de recorrência, isso deve-se ao fato de que a metodologia adotada não deu condições para uma visualização ampla que permitisse a análise de todos os detalhes correspondentes.

No trajeto de toda a ladeira da Montanha foram marcados 29 locais para realizar análises, porém, é importante ressaltar que em alguns trechos finais, aqueles correspondentes aos marcadores 25, 26, 27 e 28, a visualização completa da muralha ficou comprometida, visto que no momento em que as imagens foram obtidas pelo Google, estavam sendo realizadas obras de restauração pela Prefeitura (GOOGLE EARTH, 2019). A Figura 5 mostra uma das imagens na qual a estrutura estava coberta por uma tela de proteção. Entretanto, ao analisar as imagens obtidas pelo Google em 2017 (Figura 6), é possível observar a presença de manifestações patológicas anteriores ao período de restauração como o crescimento de plantas e de interferências como a presença de pichações.

Figura 5 – Registro da reforma correspondente ao Marcador 27



Fonte: Google Street View (Abril, 2019)

Figura 6 – Registro do Marcador 27 onde apresenta desenvolvimento de plantas e mofo

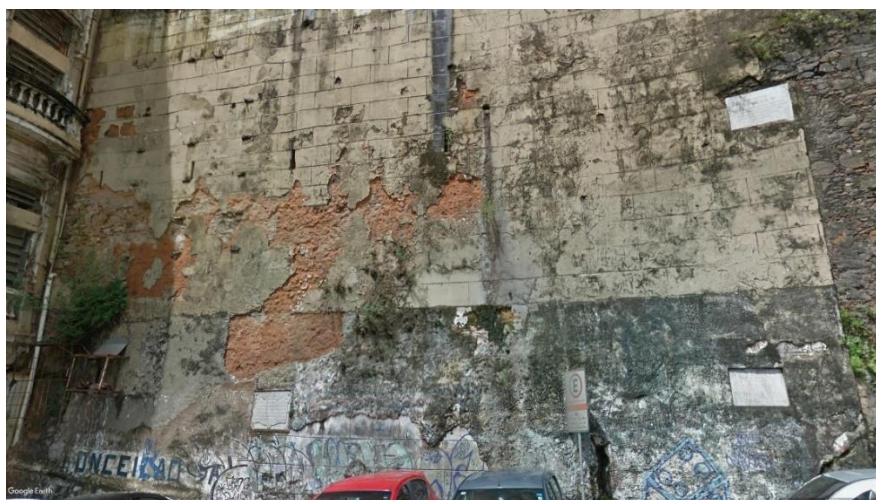


Fonte: Google Street View (Maio, 2017)

As manifestações patológicas de movimentações do maciço foram difíceis de serem observadas em toda a extensão da Muralha, pois através das imagens, considerando a distância, não foi possível ver com detalhes o maciço que compõe a contenção. Apenas foi possibilitado identificar esse tipo de problemas no trecho correspondente ao marcador 20 (3,45%). O deslocamento é caracterizado pelo desprendimento de lâminas ou placas rochosas e podem devido ao impacto da movimentação dessas placas e pode gerar tensões adicionais a contenção.

Um detalhe interessante observado no trecho inicial da Ladeira é que a estrutura não se mostra como uma tradicional alvenaria de pedra. Através da Figura 7 é possível visualizar uma parte do material que está atrás do revestimento externo, possivelmente deteriorado pela erosão e destacamento, sendo caracterizado por uma cor avermelhada típica de solo ou material cerâmico. Esse trecho dá indícios de parte da estrutura realmente ter sido construída com taipa de pilão, conforme apontado pela reportagem de Correios (2019).

Figura 7: Trechos de possível construção em Taipa de Pilão do marcador 1



Fonte: Google Earth (Abril de 2019)

Além da presença das manifestações patológicas listadas acima, também foi possível observar alguns fatores externos que interferiram na estrutura atual, conforme mostra a Tabela 2. Foi constatado que em praticamente 65% das imagens inspecionadas visualmente verificou-se a presença de edificações acima da contenção. Essas interferências podem alterar o desempenho da muralha, visto que algumas delas são edificações antigas, em estado de conservação inadequado. Na inexistência de intervenções de conservação e recuperação destas

edificações cria-se condições para a ocorrência de colapsos parciais que podem impactar diretamente na instabilidade do maciço. As pichações foram identificadas em 44,83% das imagens, além de ser consideradas crime no artigo 65 da Lei 9.605/98 (Lei dos Crimes Ambientais), elas esteticamente comprometem a imagem da muralha, degradando o elemento histórico.

Tabela 2: Fatores externos identificados

INDICADORES DE ANÁLISE	PORCENTAL OBSERVADO
Edificações acima da estrutura	65,52%
Pichações	44,83%
Alterações na estrutura	10,34%
Tubulações aparentes	10,34%

FONTE: Próprio autor

Presença de tubulações externas entre outras alterações na estrutura foram identificadas em 10,34% dos locais estudados. Estes elementos acabaram surgindo em função da contemporaneidade e expansão da ocupação urbana, fazendo aparecer em elementos históricos marcas da atualidade e de suas modificações. As Figuras 8 e 9 correspondem a região abaixo do Elevador Lacerda, refere-se ao marcador 13, elas expõem uma presença grande de umidade proveniente das tubulações oriundas das edificações localizadas acima da estrutura e também das aberturas de drenagem, permitindo o desenvolvimento de musgos e plantas. Além disso, a presença constante de umidade pode gerar desagregação da argamassa e desprendimento das pedras que compõem a alvenaria.

Figura 8 – Desenvolvimento de musgos e presença de umidade no marcador 13



Fonte: Google Street View (Abril, 2019)

Figura 9 – Presença de plantas, tubulações e umidade no marcador 13



Fonte: Google Street View (Abril, 2019)

Além da constante umidade contribuir para a desagregação do material, é possível através da Figura 10, visualizar os espaços entre as pedras devido a deterioração da argamassa, que pode ser desencadeada também com o crescimento das raízes das plantas decorrente da umidade, aliado a falta de manutenção e um sistema eficaz de drenagem, facilitando a desagregação dos elementos de alvenaria da estrutura.

Figura 10: Presença de plantas espontâneas com deterioração da argamassa - Marcador 2



Fonte: Google Earth (Abril, 2019)

Na Figura 11 é possível visualizar as aberturas expostas na face da contenção, a proliferação de plantas e o deslocamento no maciço do solo, reflexos de uma falta de manutenção adequada e de um bom sistema de drenagem superficial. Quando há deslocamentos de solo, essas mobilizações geram tensões adicionais na estrutura da muralha, podendo desencadear movimentações na construção, e em casos mais extremos, desencadear a instabilidade da contenção.

Figura 11: Corresponde ao deslocamento da alvenaria e do maciço no marcador 20



Fonte: Google Earth (Abril, 2019)

É possível observar na Figuras 12, a dimensão e a espessura da contenção nesse trecho, de maiores proporções, que garante estabilidade ao maciço através do peso próprio. Porém, considerando as imagens obtidas dos demais marcadores e a presença de maciço rochoso, possivelmente, em alguns trechos do percurso da Ladeira da Montanha, a muralha funcione apenas como proteção do solo, essa observação foi considerada já que convencionalmente no dimensionamento do muro de gravidade sua base correspondente a 50% da altura da contenção, tornando inviável para grandes alturas. Contudo, essa observação não pode ser comprovada, pois, não se teve acesso a projetos e informações mais detalhadas que pudessem explicar o funcionamento ao longo de toda estrutura.

Além de observar algumas características da contenção os registros feitos no marcador 20 comparados em 2017 e 2019, das Figuras 12 e 13 respectivamente, foram utilizados para verificar a movimentação do maciço de solo no decorrer do tempo. Observou-se uma região de deslocamento do maciço rochoso na figura 13.

Figura 12 – Início da mobilização do maciço rochoso no Marcador 20



Fonte: Google Street View (Abril, 2019)

Figura 13 – Deslocamento rochoso no Marcador 20



Fonte: Google Street View (Maio, 2017)

Além da inspeção visual feita em todo o percurso da muralha no ano de 2019, foi observado o histórico do Street View dos anos 2011 a 2017 para entender a dinâmica de manutenção de limpeza das plantas, utilizando o ano 2011 como referencial para comparar as imagens seguintes. Nesse histórico de 7 anos, observou-se que há uma manutenção de limpeza das plantas espontâneas, porém, ela não foi igualitária para todo o percurso da ladeira, o local em que apresenta uma manutenção mais frequente com recorrência em 5 vezes no período analisado, é da região abaixo do Elevador Lacerda, provavelmente pela exposição maior, sendo um local de grande visibilidade. Os marcadores 1, 7 e 20 obtiveram visualmente uma mesma recorrência de limpeza, sendo identificadas 3 manutenções no período. No local do marcador 1, foram vistas frequências anuais no período entre 2015 e 2017. As manutenções das limpezas realizadas estão exemplificadas pelos registros comparados na Tabela 3, observados pela redução da proliferação das plantas.

Tabela 3: Percentual de frequência de limpeza das plantas

Identificação	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Marcador 1					x	x	x
Marcador 7				x		x	x
Marcador 13	x	x		x		x	x
Marcador 20				x		x	x

Figura 14 – Registro do grande crescimento de plantas espontâneas no local do marcador 12 no ano de 2013



Fonte: Google Street View (Outubro, 2013)

Figura 15 – Registro do local do marcador 12, com reduzida presença de plantas no ano de 2014



Fonte: Google Street View (Abril, 2014)

A partir de todos os dados obtidos e todas as análises feitas, foi possível observar as manifestações e sintomas que a estrutura apresenta decorrente dos fatores referentes à ação do tempo, ação antrópica e intempéries, visualmente demonstradas nos registros feitos. Na análise histórica de manutenção não se observou um padrão de limpeza, nem uma recorrência anual. A prefeitura realiza as retiradas de plantas, porém em espaços grandes de tempo, permitindo que elas se desenvolvam bastante até a limpeza seguinte. Há a necessidade do constante acompanhamento e manutenção da estrutura em si, mas também de todos os fatores externos que a constitui, para conservar o seu desempenho, e garantir sua identidade histórica.

6. CONCLUSÕES

No presente trabalho observou-se as manifestações patológicas e as interferências de fatores externos apresentados na muralha da Ladeira da Montanha através da metodologia adotada, e grande parte dos sintomas desencadeados pela presença de água. Os sintomas mais recorrentes foram mofo/e ou bolor e as plantas espontâneas. No levantamento realizado no período entre 2011 e 2017, observou-se uma frequência de limpeza dessas plantas, porém, não suficiente para manter a edificação constantemente livre da presença das

plantas. Essas manutenções não demonstraram ser de uma forma igualitária nos trechos em que foram realizadas a análise, possivelmente, priorizando locais da muralha que há maior visibilidade.

Foi possível através da ferramenta do Google Street View a coleta dos dados e realização de estudos, como auxílio de análise devido a limitação presencial ocorrido pela pandemia. Ressalta-se, porém, que a metodologia apresenta limitações para a visualização, como por exemplo a identificação de fissuras. Através desse estudo foi possível se atentar aos sinais visuais que a estrutura apresenta quanto aos problemas patológicos devido a falta de monitoramento, manutenção e sistema de drenagem adequados. Com as inspeções, observou-se que a contenção encontrava-se em estado de degradação até o ano de 2019, devido à falta de manutenção preventiva e intervenções insuficientes para sanar os agentes que desencadearam os problemas.

Apesar da possibilidade de utilização dessa ferramenta como método de levantamento de dados, é necessário um estudo mais detalhado, realização de ensaios e uma coleta de informações sobre o comportamento da estrutura, para que sejam admitidas soluções e ações adequadas de manutenção e reabilitação dessa estrutura histórica.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Rosilane. **Arcos da Montanha são atrativos turísticos e serão recuperados em SSA.** 2014. Disponível em: <http://www.bahiaja.com.br/turismo/noticia/2014/03/21/arcos-da-montanha-sao-atrativos-turisticos-e-serao-recuperados-em-ssa,69921,0.html>. Acesso em: 08 nov. 2020

BELON, Karine. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS CONSTRUÇÕES PELA PRESENÇA DE UMIDADE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. 4º Simpósio Paranaense de Patologia das Construções (4º SPPC), artigo 4SPPC114, pp. 112 – 123, 2019

CADERNOS DE GRADUAÇÃO, 2018, Aracaju. **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** Aracaju: Periódico, 2018. 5 v.

CAMPOS, Bruna. **Musgos.** Disponível em: <https://www.gestaoeducacional.com.br/musgos-o-que-sao/>. Acesso em: 20 maio 2021.

CARMIGNANI, Luigi; FIORI, Alberto Pio. **Fundamentos de Mecânica dos Solos e das Rochas: aplicações na estabilidade de taludes**. 2ª ed. rev. e ampl. – Curitiba: Ed. UFPR, 2009.

Castro, Serpa. PATOLOGIAS CONSTRUTIVAS MAIS RECORRENTES EM MUROS DE ARRIMO. Anais do 17 Simpósio de TCC e 14 Seminário de IC do Centro Universitário ICESP. 2019(17); 1213-1225

CORREIO. **Requalificação das muralhas do Centro Histórico**. 2019. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/requalificacao-das-muralhas-do-centro-historico-comeca-nesta-quinta-12/>. Acesso em: 05 maio 2021.

CPRM. **Salvador: cidade alta e cidade baixa**. Cidade Alta e Cidade Baixa. 2011. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/falha_salvador.pdf. Acesso em: 08 maio 2021.

DAS, B. M., SOBHAN, K. Principles of Geotechnical Engineering. SI Edition, 8th Edition. Cengage Learning. 2014. 746 p.

DUTRA, Marco Antônio. **ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO**: análise comparativa entre muro de arrimo de concreto armado e cortina de estacas de concreto armado em obra de contenção.. 2015. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Santa Rita, Conselheiro Lafaiete, 2015.

FERREIRA, Jackeline Batista; LOBÃO, Victor Wandir Neves. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. In: CADERNOS DE GRADUAÇÃO, 1., 2018, Aracaju. **Periódico**. [S.L.]: [S.I.], 2018. v. 5, p. 71-80.

G1. **Móveis afetados por tragédia no Comércio começam a ser demolidos**. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/bahia/noticia/2015/05/imoveis-afetados-por-tragedia-no-comercio-comecam-ser-demolidos.html>. Acesso em: 07 maio 2021

GERSCOVICH, Denise M s. **Estruturas de Contenção**: muros de arrimo. Rio de Janeiro: Ufrj, [2008]. 48 p.

GERSCOVICH, Denise; DANZIGER, Bernadete Ragoni; SARAMAGO, Robson. **Contenções**: teorias e aplicações em obras. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 311 p. GOMES, Marta Maria; ABBADE, Celina Márcia de Souza. NO SOBE E DESCE DAS LADEIRAS, SALVADOR CONTA A SUA HISTÓRIA. In: XIX CONGRESSO NACIONAL DE LINGÜÍSTICA E FILOLOGIA, 19., 2015, Rio de Janeiro. **Anais [...]** . Rio de Janeiro: Anais, 2015. p. 365-381.

HACHICH, Waldemar Coelho; FALCONI, F. F.; SAES, J; et al. Fundações: teoria e prática. [S.l: s.n.], 1996.

INMET. **Dados Históricos**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 20 maio 2021.

IPHAN. **Centro Histórico de Salvador serão recuperados e requalificados pelo PAC** **Cidades Históricas**. 2014. Disponível em:

<http://iphanba.blogspot.com/2014/03/os-arcos-e-as-muralhas-da-encosta-do.html>. Acesso em: 15 maio 2021.

IPHAN. **Mapeamento de lesões e danos na Ladeira da Montanha**. Salvador, 2016. 11 p.

IPHAN. **O impacto das últimas chuvas e as ações do Iphan no centro histórico de Salvador (BA)**. 2015. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/2318/o-impacto-das-ultimas-chuvas-e-as-acoes-do-iphan-no-centro-historico-de-salvador-ba>. Acesso em: 04 maio 2021.

LUIZ, Bruna Julianelli. **PROJETO GEOTÉCNICO DE UMA ESTRUTURA DE CONTENÇÃO EM CONCRETO**. 2014. 124 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

MARAGON, Márcio. **EMPUXOS DE TERRA**. 2018. Disponível em: <https://www.ufjf.br/nugeo/files/2013/06/MARANGON-2018-Cap%C3%ADtulo-06-Empuxos-de-Terra-20181.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2021.

PEREIRA, Arthur Coutinho de Araújo. **SISTEMAS DE DRENAGENS EM OBRAS DE CONTENÇÕES DE TALUDES**. 2017. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017

PEREIRA, Welington; MELO, Werito Fernandes de. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças**. Brasília: [S.I.], 2018. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/34841/1/ct_62.pdf. Acesso em: 07 maio 2021.

PINOTTI, Alexandre Mathias. **Geologia Estrutural na previsão e contenção de queda de blocos em encostas: aplicação no Granito Santos, SP**. Campinas: Terra Didática, 2013. 37 p.

SANTANA, Juliet Oliveira; CERQUEIRA, Erika do Carmo. Movimentos de massa em Salvador: uma contribuição preliminar. In: CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1., 2017, Campinas. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. [S.L.]: Instituto de Geociências - Unicamp, 2017. p. 4098-4106.

SECOM (Secretaria de Comunicação de Salvador). **Arcos da Ladeira da Montanha, muralha e elevador no Centro Antigo serão requalificados**. 2019. Disponível em: <http://www.comunicacao.salvador.ba.gov.br/index.php/todas-as-noticias-4/53917-arcos-da-ladeira-da-montanha-muralha-e-elevador-no-centro-antigo-serao-requalificados>. Acesso em: 05 maio 2021.

SIQUEIRA, Yan Kelvin Rodrigues. **FALHAS ESTRUTURAIS NO MURO DE ARRIMO DE PARINTINS: FATORES ANTROPICOS, CONSTRUTIVOS E NATURAIS**. 2020. 17 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Uninorte, Manaus, 2018.

SILVA, Ana Licks Almeida; SILVA, Ariadne Moraes; MELLO, Marcia Maria de Couto. CONTEXTOS HISTÓRICOS VULNERÁVEIS: processos de degradação socioambiental no frontispício da cidade de salvador. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 18., 2019, Natal. **Anais [...]** . Natal: [S.I.], 2019. p. 1-17.

TUTIKIAN, Bernardo; PACHECO, Marcelo. **Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil**. México: Alconpat Internacional, 2013. 17 p.