Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

VERIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PORTOS CONSTRUÍDOS NO ÂMBITO DO PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO – PAC EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DO AMAZONAS

S. CALÔBA AGUIAR
Estudante
Universidade Federal do Amazonas
Amazonas; Brasil
samuel.caloba@gmail.com

L. T. DIAS BARBOSA FILHA
Estudante
Universidade Federal do Amazonas
Amazonas; Brasil
liafilha@hotmail.com

E. ARAUJO SILVA
Estudante
Universidade Federal do Amazonas
Amazonas; Brasil
elber.araujo.silva@gmail.com

R. PAMPONET DA FONSECA
Professor MSc.
Universidade Federal do Amazonas
Amazonas; Brasil
regis_pamponet@hotmail.com

RESUMO

Os portos construídos no Estado do Amazonas, em especial os situados em margens de terra suscetíveis a deslizamentos, com deslocamento de solo para dentro do leito (movimento conhecido regionalmente como “Fenômeno das Terras Caídas”) têm, frequentemente apresentado manifestações patológicas em suas estruturas. Dentre os implantados na última década, elegeram-se como focos de análise os portos de Humaitá/AM, Urucará/AM e Manacapuru/AM, todos edificados no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, sob a responsabilidade técnica do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), e situados nos rios Madeira, Uatumã e Solimões, respectivamente. As principais manifestações patológicas observadas estão intrinsecamente relacionadas à falta de observância do referido fenômeno quando da elaboração dos projetos. Em destaque o caso em que parte do radier da infraestrutura portuária ficou suspensa após movimento de massa, acarretando risco de colapso estrutural. Tais episódios adversos corroboram a importância da análise de todas as variáveis geotécnicas, hidrogeológicas e estruturais que devem ser observadas, não apenas na concepção dos projetos básicos e executivos, como também durante a fase construtiva.
Palavras-chave: Patologia, portos, geotecnia, escorregamento de taludes.

ABSTRACT

Ports built in the state of Amazonas, in particular those situated on banks susceptible to landslides, with displacement of soil into the riverbed (movement regionally known as "Phenomenon of the Fallen Lands") have often expressed pathologies in their structures. Among the implemented ones over the past decade, were elected, as analysis focuses, ports of Humaitá, Urucará and Manacapuru, located in the State of Amazonas, all built under the Growth Acceleration Program - PAC, under the technical responsibility of the National Department Transport Infrastructure (DNIT), and situated in the rivers Madeira, Uatumã and Solimões, respectively. The main pathological manifestations observed are closely related to the lack of compliance with this phenomenon during the preparation of projects.. Highlighted the case where part of the raft of port infrastructure was suspended after mass movement, causing risk of structural collapse. Such adverse events confirm the importance of the analysis of all geotechnical, hydrogeological and structural variables which must be observed not only in the design of basic and executive projects, as well as during the construction phase.
Keywords: Pathology, ports, geotechnical, slip in embankments.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais fragilidades no setor da indústria nacional diz respeito às infraestruturas de transporte. Estas, ora ineficientes, contribuem consideravelmente na formação do valor final dos produtos brasileiros. Ante a necessidade de disputar mercado externo e fomentar o crescimento econômico do país, o Brasil precisou buscar meios de tornar-se mais competitivo através da redução de custos logísticos e operacionais das indústrias.

Para que isso fosse alcançado, idealizou-se, em 2007, o Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, cuja principal finalidade foi promover a retomada da construção de grandes obras de infraestrutura social, urbana, logística e energética do país. Dentre as realizadas, os portos ocupam lugar de destaque.

As infraestruturas portuárias representam importante alternativa para alavancar o desenvolvimento econômico regional e nacional, pois são consideradas protagonistas, a nível mundial, no comércio de *commodities*, ou seja, aqueles produtos com acentuada relação volume/valor agregado. No Brasil, estima-se que apenas no ano de 2015, mais de 126 milhões de toneladas de produtos como soja, milho, carnes bovina e suína e petróleo bruto foram exportados através do modal aquaviário. No âmbito regional, a existência de portos no Norte e Nordeste, por situarem-se mais próximos das áreas de produção de soja do Centro-Oeste, permitem uma redução da ordem de 50 dólares por tonelada no custo logístico do produto.

A construção dos portos dos municípios de Urucará, Humaitá e Manacapuru, situados no interior do estado do Amazonas, deu-se principalmente, à necessidade exportação de guaraná e soja, além do escoamento de produtos agropecuários e ao recebimento de outros para consumo local. O investimento inicial para a construção desses portos foi superior à vinte e sete milhões de reais, porém, tal valor foi consideravelmente acrescido após o surgimento de patologias decorrentes da desconsideração de certos agentes agressivos ou até mesmo do desconhecimento de processos degenerativos característicos da região amazônica.

Uma grande quantidade de rios da bacia amazônica possui seus leitos ainda não estabelecidos. Essa condição pode ser observada, sobretudo, naqueles rios de águas brancas, ou popularmente conhecido como “rios de águas barrentas”. Tal coloração é justificada pelo arraste de expressivo material em suspensão, decorrentes de intenso processo erosivo. Geologicamente, estudos têm revelado que a atuação de movimentações, tectônicas ou não, vêm causando mudanças frequentes nas paisagens regionais. Uma dessas alterações, cuja manifestação resulta em um mecanismo de deterioração muito corriqueiros nesses leitos é o fenômeno de terras caídas, expressão local para denominar o desmoronamento das margens. Para Silva e Rosseti [1], estes são, em muitas ocasiões, consequências indiretas de processos tectônicos, indicando significativa instabilidade de certos corpos hídricos, sobretudo aqueles que possuem alta capacidade de arraste de sedimentos, como é o caso dos rios Madeira, Solimões e Uatumã.

Segundo Labadessa [2], o poder do fenômeno de erodibilidade fluvial depende, sobretudo da carga detrítica transportada pelo curso d’água. Por isso, o material grosseiro, gerado pelo intemperismo físico, representa o elemento mais importante, já que confere maior ação abrasiva aos rios. Tal conceito é consenso dentre os estudiosos dos fenômenos geomorfológicos.

Cabe destacar, ainda, que, embora em escala reduzida, a ação antrópica, responsável pela ocupação desordenada pode influenciar no funcionamento do sistema erosivo local através do desmatamento e ocupação das margens para habitação ou agricultura, conforme apontam Lopes e Rodrigues [3].

Diante disso, as patologias em edificações do território amazônico possuem peculiaridades quando comparadas ao resto do Brasil pela existência de outras espécies de mecanismos de degradação, comuns na região, porém, ainda pouco pesquisadas. Segundo laudos técnicos produzidos pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT, órgão federal responsável pela construção das obras do PAC objetos de estudo deste artigo, o fenômeno de terras caídas aparece como protagonista das causas das patologias das infraestruturas portuárias analisadas.

Os problemas ocorridos nos taludes dos portos, inclusive, tiveram efeitos secundários nas instalações das edificações integrantes dos diferentes complexos construídos, com o aparecimento de fissuras, trincas, desprendimentos e recalques. Esses efeitos, além de promoverem a perda momentânea de funcionalidade destes portos, geraram riscos aos usuários e necessitaram de reparo imediato, sob ameaça de, caso contrário, alcançarem o estado limite último da edificação.

Oliveira [4] considera que os tipos de lesão por escorregamento do plano de assentamento são comuns, sobretudo, em terrenos de formação argilo-siltosa, e/ou com lençol freático próximo – na região analisada, ambas condições são atendidas – e ocorre quando o leito do terreno, sobre o qual foi executada a fundação do edifício, sofre um deslizamento para um plano imediatamente inferior.

A segurança quanto a esses entendimentos, da forma mais cristalina possível, certamente poderá auxiliar a definir e entender os critérios regionais necessários para que o engenheiro possa intervir no meio de maneira tecnicamente adequada e condizentes com as características amazônicas.

Para consecução desses objetivos, fez-se abordagem qualitativa e teórica, com a intenção de permitir que as informações e os dados coletados fossem examinados de modo dinâmico, a partir de enfoque crítico, para a apreciação e compreensão das patologias levantadas.

Metodologicamente, recorreu-se inicialmente à obtenção dos problemas de funcionalidade noticiadas pela mídia eletrônica, seguida pelo levantamento das patologias dos portos supracitados na "Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental – AHIMOC" e de posterior visitação. Além disto, procedeu-se à pesquisa bibliográfica, colhendo-se os dados necessários para proceder à análise comparativa, que pudesse servir de eficaz instrumento para obtenção de respostas, de definições e para o estabelecimento de critérios a possibilitar conclusões apropriadas. Para ilustrar adequadamente as diferentes manifestações patológicas, vez que este artigo data de época posterior à ocorrência dos sinistros, as figuras apresentadas são as fornecidas aos autores pelo DNIT.

A partir desse cenário, o presente artigo possui a descrição das manifestações patológicas dos portos analisados, bem como a indicação e discorrência das causas identificadas, com particularidades regionais relevantes, como é o caso das patologias decorrentes da dinâmica fluvial dos rios amazônicos.

2. ANÁLISE DE CASOS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICADAS

2.1 Humaitá

O Terminal Hidroviário de Humaitá, situado na mesorregião do sul amazonense e microrregião do Madeira, dista 590 km em linha reta e 965 km via fluvial da capital do Estado. A instalação portuária foi construída a partir do convênio CODOMAR-ERAM-AUTOSHIP e inaugurada em 2010. A estrutura é composta por prédio destinado à estação hidroviária de passageiros, outro para guarita de segurança e controle, galpão de cargas, bem como área para estacionamento de veículos, pontes de acesso e do flutuante para atracação das embarcações.

Desde o ano de inauguração, o porto tem apresentado problemas de funcionamento. Inicialmente, foram causados pelo impacto de toras de madeira - arrastadas pela correnteza do rio - sobre parte da estrutura portuária e, passados quatro anos (2014) dessa incidência, outras duas, de maior escala, tomaram vez. Dentre elas, o ressurgimento do problema de emparelhamento dos materiais arrastados pelo rio Madeira (principalmente galhos e troncos de árvores) e a outra de problemas geotécnicos que foi elencada como objeto de estudo deste artigo.

Essa patologia de decorrência geotécnica ocorreu, principalmente, pelo desprendimento de solo às margens do corpo hídrico, causado pelo fenômeno de terras caídas e afetou a estrutura portuária de contenção de talude, provocando, assim, o rompimento de sua geocélula e de seu aterro, o qual havia sido reforçado com geogrelha e camada drenante. Tais situações podem ser verificadas nas figuras 1 e 2, a seguir.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 1: Vista da ocorrência do fenômeno de terra caídas à esquerda e de fissuras na estrutura. Fonte: DNIT (2014)



Figura 2: Detalhe da vista de fissuras na estrutura de contenção. Fonte: DNIT (2014)

A ocorrência dessas patologias, no entanto, poderia ter sido evitada caso a contenção realizada fosse tecnicamente apropriada para a dinâmica fluvial local e para as características geotécnicas locais. Além disto, cabe destaque à ausência de manutenção adequada da edificação, já que se torna possível notar a presença de vegetação arbustiva nas fissuras desta.

Os terminais de carga e de passageiros e o galpão de cargas da infraestrutura portuária também não ficaram isentos do aparecimento de manifestações patológicas. Como efeitos do assentamento e desmoronamento parcial do talude, houve o surgimento de trincas em fundações do terminal de carga (figura 3), além de fissuras na cerâmica do pavimento do terminal de passageiros decorrentes do assentamento de solos (figura 4) e de trincas nas paredes do galpão de cargas pelo mesmo motivo (figuras 5 e 6).

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 3: Trinca localizada em fundações do terminal de cargas. Fonte: DNIT (2014)

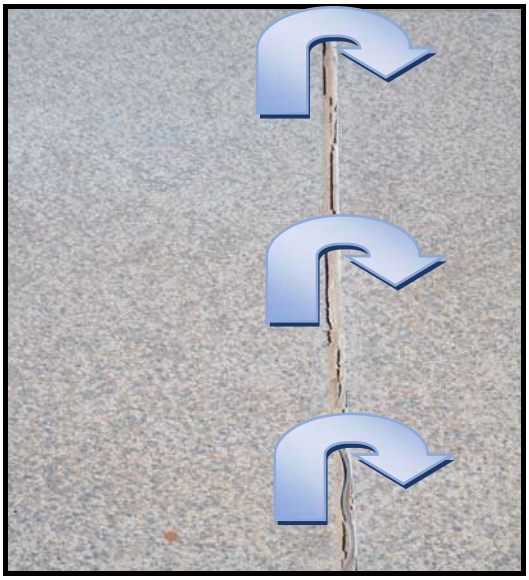


Figura 4: Vista de fissuras do pavimento do terminal de passegeiros decorrente do assentamento de solos à direita da imagem. Fonte: DNIT (2014)



Figura 5: Surgimento de trincas no galpão de cargas da infraestrutura portuária. Fonte: DNIT (2014)



Figura 6: Trincas na parede do galpão de cargas. Fonte: DNIT (2014)

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

2.2 Manacapuru

Também inaugurado em 2010, o porto do município de Manacapuru/AM está localizado na margem esquerda do rio Solimões, distante 68 km em linha reta e 86 km via fluvial da capital Manaus. Sua infraestrutura contempla um terminal de passageiros, estacionamento para veículos leves e pesados, reservatório elevado com 11 m^3 de capacidade, guarita e um cais flutuante de 62,00 x 16,00 x 2,00 metros. Foi idealizado e construído pela celebração do DNIT e Secretaria de Infraestrutura do Estado do Amazonas (SEINFRA), sob convênio nº 140/2005 – DAQ/DNIT.

As manifestações patológicas nesse porto começaram a ocorrer desde antes de seu funcionamento. Após a inauguração do porto, porém, antes da conclusão das obras, houve o rompimento de cabos de sustentação da plataforma flutuante devido ao excesso de carga decorrente do acúmulo de vegetação e troncos de madeiras nesta estrutura subaquática. Após sua entrega, no segundo semestre de 2014 a infraestrutura passou por vistoria técnica para apuração das patologias e de seus graus de agressividade.

Dentre os problemas identificados, foram notadas deficiências no sistema de amarração e fundeio, que geravam possibilidade de colapso do sistema (figura 7) e nas estruturas metálicas de diversas áreas do sistema de acostagem do porto em questão (figura 8). Levantou-se, também, o risco de erosão e desmoronamento no talude do retroporto pelo fenômeno das terras caídas (figuras 9 e 10).



Figura 7: Ponte de acesso desalinhada, em função da torção causada por falhas no sistema de fundeio. Fonte: DNIT (2015)



Figura 8: Apoios da ponte de acesso defeituosos e ligações soldadas foram rompidas. Fonte: DNIT (2015)



Figura 9: Necessidade de prolongação do muro de arrimo para evitar desabamento. Fonte: DNIT (2015)



Figura 10: Vista em detalhe da erosão em área do retroporto. Fonte: DNIT (2015)

Esses tipos de patologias são frequentes em obras edificadas às margens de corpos hídricos da região amazônica. Dentre os principais agentes causadores, a velocidade de escoamento e o mutante posicionamento dos leitos, contribuem para o arraste de grande quantidade de materiais, porém, o surgimento de tais problemas provém de uma análise incompleta de parâmetros técnicos e, também, de particularidades que variam de acordo com a região, não podendo ser admitido como algo totalmente justificável.

2.3 Urucará

A cidade de Urucará está situada na região do Baixo Amazonas, à margem esquerda do rio Paraná de Urucará. Seu porto, inaugurado em 2010, dista aproximadamente 270 km de Manaus em linha reta e 281 km por modal aquaviário. Desde pouco depois de sua inauguração, o porto passou por problemas de funcionamento. A primeira dificuldade surgiu porque a ponte metálica do terminal, que deveria possuir pelo menos 20 metros de extensão, foi construída com 15, deixando-a em condição de atolamento.

Passados quatro anos de sua construção, o porto igualmente sofreu a ação do mecanismo de deterioração já mencionado: o fenômeno de terras caídas. O muro de arrimo, que sustentava o talude da infraestrutura portuária, sofreu

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

ruptura em área localizada à frente do terminal de passageiros. A estrutura do muro de contenção possuía aproximadamente altura de 5 metros e cerca de 30 metros de extensão, com contrafortes distantes 5 metros entre si. Segundo relatos de moradores, a frente do muro estava revestida pelo terreno natural. Após o desmoronamento, parte da fundação do tipo radier ficou suspensa, como se pode constatar nas figuras 11 e 12.



Figura 11: Vista do muro após desmoronamento. Fonte: DNIT (2014)



Figura 12: Fundação suspensa após rompimento do talude. Fonte: DNIT (2014)

Após a incidência, realizou-se, ainda em 2014, o reforço da fundação e a estabilização provisória do talude mediante uso de rip-rap (figura 13) e, no ano seguinte, durante a época de estiagem do rio Uatumã, procedeu-se à reconstrução do muro de arrimo (vide figura 14).



Figura 13: Reforço das fundações das infraestruturas portuárias e estabilização do talude. Fonte: DNIT (2014)

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 14: Reconstrução de muro de arrimo para contenção permanente do talude. Fonte: DNIT (2015)

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As infraestruturas portuárias construídas pelo governo federal no interior do estado do Amazonas possuem papel fundamental nos desenvolvimentos regional e nacional, bem assim melhoram a acessibilidade de municípios que não podem ser acessados por modal terrestre. No entanto, o aparecimento de manifestações patológicas nessas estruturas, além de representar gastos aos cofres públicos, prejudicam o desempenho esperado dos portos.

Os levantamentos e análises feitos neste artigo, demonstram como a ausência de domínio das características do local de execução do projeto, tais como parâmetros hidrogeológicos e geotécnicos, aliados à deficiência no uso da interdisciplinaridade de informações e conhecimentos, vêm acarretando enormes danos tanto aos sistemas edificados, quanto também, aos fatores socioeconômicos relacionados às obras. Apesar de universal, a engenharia é ciência que necessita ser aplicada sob diferentes enfoques, não podendo, jamais, serem desconsideradas as variáveis locais na escolha da melhor das alternativas possíveis.

As patologias identificadas nas infraestruturas estudadas, decorreram, sobretudo, da falta de domínio sobre o comportamento geotécnico do solo, da previsibilidade dos parâmetros relacionados principalmente à contenção de escorregamentos de taludes. Podem ter influído, também, a ineficácia na escolha e/ou interpretação dos ensaios, os quais levaram à escolha de solução tecnológica, no mínimo, pouco adequada.

Tais episódios adversos corroboram com a importância da análise do conjunto de variáveis que devem ser observadas na concepção de uma intervenção de engenharia, não apenas na elaboração dos projetos básicos e executivos, mas também durante a fase construtiva.

4. AGRADECIMENTOS

Por fim, aqui se faz o agradecimento à Administração das Hidrovias Ocidental – AHIMOC, vinculada ao Departamento Nacional de Infraestruturas de Transporte - DNIT, pela disponibilização de dados e informações fundamentais para a execução do presente artigo.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

5. REFERÊNCIAS

[1] SILVA, C. L.; ROSSETTI, D. F. – "*História geológica dos ríos na amazônia"*. Cienc. Cult. [online]. 2009, vol.61, n.3, pp. 24-26.

[2] LABADESSA, A. S. – "*"Terras caídas", as causas e implicações socioeconômicas: uma análise preliminar na comunidade de Calama – baixo rio Madeira/RO*", *Boletim paranaense de geociências*, 2014, vol. 71-1, pp. 12-20.

[3] LOPES, I. R.; RODRIGUES, F. G. S. – "A*nálise das terras caídas nas margens do rio Solimões em Tabatinga, AM*.", Revista Geonorte, 2014, vol. 5, n. 20, 1518/1401.

[4] OLIVEIRA, P. I. – "*Patologia das alvenarias*" Disponível em: <http://docslide.com.br/documents/patologia-das-alvenarias-55cd879c90ce4.html>. Acesso em: 06 fevereiro 2016.