

IDENTIFICAÇÃO DE ENCONTROS DE VARVITO EM PONTES DE PEQUENO PORTE E ANÁLISE DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS UTILIZADOS EM UMA CIDADE DO INTERIOR DE SANTA CATARINA

¹JESSÉ VALENTE DE LIZ, HEINS HACKBARTH JUNIOR, ²BRENO SALGADO BARRA, ALEXANDRE MIKOWSKI

¹Centro Universitário para o Desenvolvimento do Itajaí (UNIDAVI),

²Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

<jesse.v@posgrad.ufsc.br>, <juniorhh@gmail.com>, <breno.barra@ufsc.br>, <alexandre.mikowski@ufsc.br>

DOI: 10.21439/conexoes.v18i0.2946

Resumo. Os encontros são elementos estruturais importantes em pontes, sendo projetados para resistir às pressões do solo, bem como às ações descarregadas pela superestrutura. Existem diferentes opções de materiais para a construção dos encontros, como pedras, alvenaria e concreto ciclópico, que faz com esses se caracterizem como estruturas de contenção por gravidade, ou seja, resistem a partir do peso próprio e pelas propriedades físico-mecânicas do material. Um estudo foi realizado para analisar os encontros de pontilhões feitos com varvito, um tipo de rocha conhecido popularmente como ardósia, no município de Braço do Trombudo. O varvito é uma rocha abundante na região e possui grande importância econômica, sendo amplamente utilizado na construção civil, incluindo em Braço do Trombudo, onde há 21 encontros feitos com a rocha varvítica. Os objetivos do estudo foram realizar um levantamento qualitativo e quantitativo, descrever os métodos construtivos utilizados e identificar o comportamento estrutural desses encontros, além de verificar a viabilidade desse tipo de obra. Os encontros por gravidade são viáveis economicamente para vencer pequenas alturas e, combinado com a disponibilidade do varvito na região e sua resposta positiva à compressão, tornam-se uma alternativa viável aos métodos construtivos tradicionais. Além disso, não há necessidade de mão de obra especializada para a execução desse método construtivo. Além do levantamento, também foram realizadas uma revisão sistemática da literatura e uma análise bibliométrica sobre varvito e ardósia. O estudo revelou uma lacuna científica na determinação das propriedades mecânicas do material.

Palavras-chave: varvite; slate; abutments; bridges; constructive methods.

IDENTIFICATION OF VARVITE ABUTMENTS IN SMALL BRIDGES AND ANALYSIS OF CONSTRUCTION METHODS USED IN A TOWN IN THE INTERIOR OF SANTA CATARINA

Abstract. Abutments are important structural elements in bridges, being designed to resist soil pressures, as well as actions unloaded by the superstructure. There are different material options for the construction of abutments, such as stones, masonry and cyclopean concrete, which make them characterized as containment structures by gravity, in other words, they resist based on their own weight and the physical-mechanical properties of the material. A study was carried out to analyze the encounters of bridges made with varvite, a type of rock popularly known as slate, in the municipality of Braço do Trombudo. Varvite is an abundant rock in the region and has great economic importance, being widely used in civil construction, including in Braço do Trombudo, where there are 21 encounters made with varvite rock. The main goal of the study were to carry out a qualitative and quantitative survey, describe the construction methods used and identify the structural behavior of these meetings, in addition to verifying the viability of this type of work. Gravity abutments are economically viable to overcome small heights and, combined with the availability of varvite in the region and its positive response to compression, become a viable alternative to traditional construction methods. In addition, there is no need for specialized labor to carry out this constructive method. In addition to the survey, a systematic review of the literature and a bibliometric analysis on varvite and slate were also carried out. The study revealed a scientific gap in determining the mechanical properties of the material.

Keywords: varvito; ardósia; encontros; pontes; métodos construtivos.

1 INTRODUÇÃO

Pontes são obras destinadas a transpor obstáculos naturais (rios, braços de mar, vales profundos, etc.) visando a continuidade da via, estando sujeitas a ações de carga em movimento (Marchetti, 2008; ABNT, 2013); quando de obstáculos artificiais (avenida, rodovia, etc.), a maneira correta é denominar viaduto (Vitório, 2002; ABNT, 2013).

De acordo com a classificação proposta por Vitório (2002), uma ponte é composta por quatro elementos estruturais: superestrutura, mesoestrutura, infraestrutura e encontros (ver Figura 1). O objeto de estudo deste trabalho são os encontros, que são utilizados em certos tipos de obra com duas finalidades principais: (i) resistir ao empuxo horizontal ou às tensões geradas pelos aterros nas extremidades, desempenhando um papel de contenção; e (ii) suportar a carga descarregada pela superestrutura (Vitório, 2002; ABNT, 2013).

Ademais, Moliterno (1994) lista as cargas que um encontro pode estar sujeito (ver Figura 2). São elas: empuxo de terra (E), o peso próprio do encontro (G), além das cargas horizontal (H) e vertical (V) aplicadas pela plataforma da ponte.

Os encontros, conforme realidade local, parâmetros geotécnicos e topográficos, podem ser constituídos de alvenaria de pedra, concreto ciclópico ou concreto armado (Vitório, 2002). O mesmo autor ainda relata que tanto em obra antigas, como em atuais, a alvenaria de pedra pode ser uma boa alternativa, tendo em vista a sua resistência, até mesmo à ação do tempo; prova disso é a malha rodoviária de Pernambuco, que detém encontros e alas em excelente estado há décadas.

Os encontros em alvenaria de pedra têm semelhanças com as estruturas de contenção construídas por esse método. Assim, o principal objetivo é tornar nulas, ou próximas à nulidade, as solicitações de tração, bem como fazer com que o elemento resista à compressão ou flexocompressão. Essas características estão diretamente ligadas ao método de construção por massa ou gravidade (Moliterno, 1995).

As obras em alvenaria, usualmente, são caracterizadas pela utilização de algum determinado tipo de material (pétreo, natural ou artificial) que é unido por meio de uma argamassa (Moliterno, 1995). No entanto, nem sempre foi assim, visto que as primeiras alvenarias se deram de forma rudimentar por empilhamento de peças selecionadas e, quando havia argamassa, a mesma era proveniente do solo. Após o advento de tecnologias e ferramentas adequadas, as peças passaram a ser produzidas em tamanhos padronizados, o que possibilitou o ajuste fino das juntas e permitiu a utilização de finas juntas de cal ou, até mesmo, a adoção de juntas secas

(Parsekian; Hamid; Drysdale, 2012).

O varvito da região de Trombudo Central, no estado de Santa Catarina, é um exemplo de material natural (ver Figura 3) que é utilizado para obtenção de inúmeros produtos, principalmente aqueles relacionados à construção civil; suprimindo as necessidades da região (Filho *et al.*, 2015; Larroyd *et al.*, 2018; Cunha, 2007).

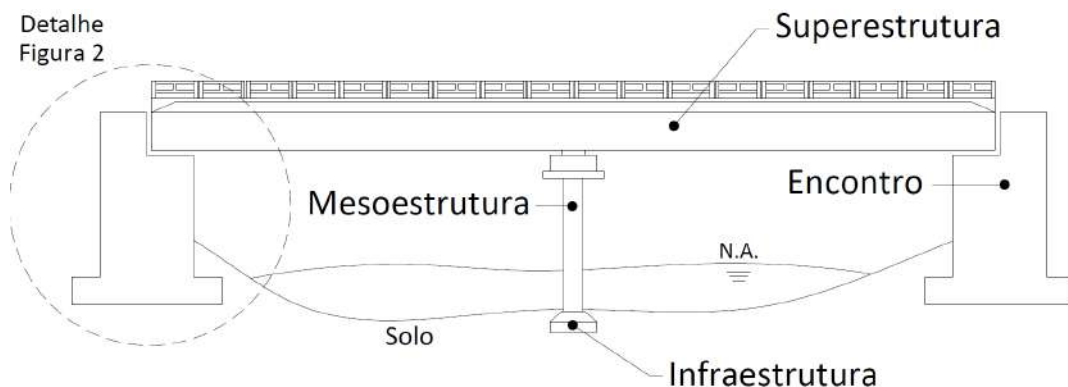
Ainda, tal material possui semelhança física com a ardósia oriunda do estado brasileiro de Minas Gerais, recebendo popularmente o mesmo nome e sendo comercializada no mesmo mercado (nacional e internacional), onde atinge os mesmos produtos finais. A extração possui grande importância econômica local, garantindo aproximadamente 300 empregos diretos (Larroyd *et al.*, 2018). No entanto, apesar da comercialização com o nome de ardósia, a formação do varvito e da ardósia são diferentes uma vez que “A rocha varvítica teve origem a partir de evento geológico deposicional ocorrido há mais de 298,90 milhões de anos atrás, mediante sedimentação glacial-lacustre em ciclos alternados de materiais detríticos e pelíticos [...]” (Larroyd *et al.*, 2018, p 13).

O que garante sua vasta utilização é o desempenho de resistência à compressão, uma vez que a resistência última à compressão é de 110,80 MPa, enquanto úmida chega a 91,50 MPa (Larroyd *et al.*, 2018). Ainda, segundo informações oriundas de laudo técnico repassadas pela Mineradora (2019), a densidade relativa seca do varvito é de 2,73 g/cm³, a resistência mecânica à flexão é de 61,36 MPa e a resistência mecânica à compressão uniaxial é de 162,85 MPa. Com isso, diversos produtos são produzidos para o mercado da construção civil, inclusive em substituição à artefatos de cimento, como: bloquetes, pisos, vigas, moirões e palanques, placas divisórias, estrados e blocos estruturais (Larroyd *et al.*, 2018).

Visando a aplicação à construção de encontros, blocos estruturais ou placas são utilizados. Um dos consumidores desse tipo de material é o município de Braço do Trombudo, localizado no estado de Santa Catarina, na microrregião do Alto Vale do Itajaí e a menos de 20 quilômetros da extração do material. Tal município – por meio de sua Secretaria de Obras – utiliza extensivamente o varvito para executar encontros por gravidade, o que despertou interesse no tema.

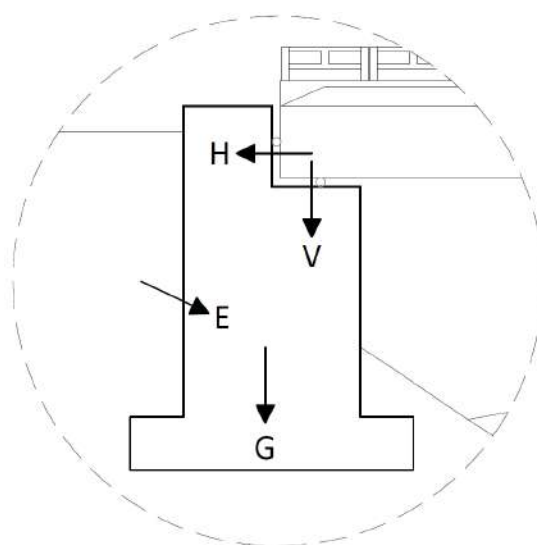
Para tanto, com o objetivo de avaliar a eficácia do método empregado, será realizado um levantamento qualitativo e quantitativo para verificar as técnicas construtivas utilizadas. O estudo irá abranger os encontros construídos com o uso do varvito em vias públicas localizadas na cidade vizinha à área de extração desse ma-

Figure 1: Ponte com encontros.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Vitório (2002, p. 10).

Figure 2: Detalhe simplificado das solicitações atuantes em um encontro.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Moliterno (1994, p. 26).

terial, Braço do Trombudo, e demonstrará os métodos construtivos empregados nesses encontros.

Além disso, será conduzida uma revisão sistemática da literatura e uma análise bibliométrica com o objetivo de avaliar o panorama científico relacionado à temática em questão. Isso permitirá identificar tendências, produtividade e possíveis lacunas no conhecimento sobre o assunto.

2 METODOLOGIA

Este artigo se caracteriza como uma pesquisa descritiva e de campo, com o objetivo de identificar os encontros constituídos com a rocha varvítica de Trombudo Central na cidade de Braço do Trombudo e de descrever os métodos construtivos empregados. Para tanto, a seguinte pergunta norteou este estudo: É viável utilizar o varvito na construção de encontros de pontes?

Para realizar o levantamento dos encontros construídos com varvito, percorreu-se as vias públicas de todo

Figure 3: Perfil de 50 mm de uma placa de varvito.



Fonte: Larroyd *et al.* (2018, p. 27).

o município e coletaram-se fotografias e medidas das pontes. O levantamento foi realizado em três datas distintas: 21 de março de 2019, 05 de maio de 2019 e 27 de maio de 2019. É importante destacar que a plataforma do *Google Earth Pro* foi utilizada para a localização geográfica dos pontos identificados.

Além disso, por meio de um e-mail enviado ao Departamento Municipal de Planejamento e Gestão Urbana da Prefeitura Municipal de Braço do Trombudo (2019), foi solicitada a informação do ano de construção desses encontros. No entanto, a resposta obtida indicou que nem todos os dados estavam disponíveis. Cabe destacar que algumas fotos da construção desses pontos foram gentilmente disponibilizadas pelo poder público municipal. Ademais, é importante ressaltar que mapas gerais do município, anexos às Leis citadas no corpo do artigo, também foram consultados.

Com o levantamento realizado, foi possível identificar os métodos construtivos empregados nos encontros de varvito e, a partir disso, foi necessário buscar bibliografia para compreendê-los e descrevê-los. Cabe ressaltar que não foi encontrada bibliografia específica sobre encontros construídos pelo método de gravidade. Dessa forma, foram adaptados conceitos de geotecnia, muros

de arrimo e contenções por analogia.

Adicionalmente, realizou-se uma revisão sistemática da literatura associada a uma análise bibliométrica, com o objetivo de analisar o estado da arte acerca da rocha varvítica. Para tanto, utilizou-se a base de dados SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), em 26 de fevereiro de 2023, utilizando as palavras-chave “varvito” e “ardósia” para obtenção dos resultados. Após a busca, foram encontrados 10 resultados, que foram tratados e analisados para identificar tendências e possíveis lacunas na produção científica sobre o tema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sistema rodoviário de Braço do Trombudo é regulamentado pela Lei Municipal nº.0469 (2004), que divide as rodovias em dois tipos: estaduais e municipais. As rodovias estaduais são representadas pela SC-281, com extensão de 8,50 quilômetros. Já as rodovias municipais, com 71,20 quilômetros de extensão, são responsáveis pelo deslocamento dos munícipes até a sede do município, bem como pelo escoamento da produção agrícola e transporte de atividades pecuárias. Além disso, as estradas vicinais permitem acesso a municípios vizinhos, como Agrolândia, Otacílio Costa, Pouso

Redondo e Trombudo Central, ou até mesmo à rodovia federal BR-470.

Após um levantamento realizado nessas rodovias, ruas, avenidas, praças e becos públicos de Braço do Trombudo, foi identificado um total de 21 encontros que utilizaram varvito em sua concepção. Desses, a partir da análise dos anexos da Lei Municipal nº 075 (2009), é possível afirmar que apenas três estavam em zona urbana e um deles em zona de expansão urbana; os demais estavam em rodovias municipais, na zona rural do município.

Ademais, a partir de tal catalogação foi possível observar dois métodos construtivos: o método de empilhamento de placas e o método convencional de alvenaria de pedra argamassada; sendo que a maioria dos encontros observados foram executados pelo primeiro método.

Por conseguinte, foi realizada a coleta das coordenadas geográficas de cada um dos encontros que utilizaram o varvito (ver Figura 4), optando pela distinção dos dois métodos observados, isto é, os encontros constituídos pelo método construtivo de empilhamento de placas são representados pela cor branca; já aqueles que utilizaram o método de alvenaria de pedra, são representados pela cor azul.

Ainda, é possível empregar a classificação de Marchetti (2008) quanto ao vão das pontes. Essa classificação divide as pontes em três grupos: (i) bueiro – vãos de até 2 metros; (ii) pontilhão – vãos de 2 a 10 metros; e (iii) ponte – vãos com mais de 10 metros. No caso em questão, foram identificados um total de 21 pontes, sendo 2 bueiros e 19 pontilhões.

Outrossim, é possível descrever os dois métodos construtivos observados. Primeiro, o método do empilhamento de placas de varvito, como citado anteriormente, foi o mais catalogado e ele consiste no empilhamento de placas de varvito a fim de vencer o empuxo atuante a partir do peso próprio, caracterizando uma contenção por gravidade. Ademais, tal encontro também é solicitado pela superestrutura (plataforma da ponte) a partir de cargas horizontais e principalmente verticais, tendo como contraponto a boa capacidade à compressão do material, uma vez que a resistência à compressão pode passar dos 100 MPa, conforme destacado por Larroyd *et al.* (2018) e repassado por Minerdora (2019)A.

Na Figura 5 é possível observar a execução de um encontro por esse método, onde a Secretaria de Obras da administração pública local o executa, tendo como objetivo a posterior instalação de um kit de transposição da defesa civil.

O método do empilhamento é executado a partir de

junta seca, ou seja, sem argamassa, podendo ser análogo à alvenaria de pedra sem argamassa. No entanto, é importante salientar que durante a execução é realizado um travamento com barras de aço CA-50 entre as peças (ver Figura 6), com o intuito de auxiliar na garantia da estabilidade.

Assim, observando a analogia a contenções de alvenaria não argamassada pontuada, Carvalho (1991) orienta que contenções desse tipo devem possuir no máximo 1,5 metro de altura. Todavia, durante o levantamento realizado foi possível observar alturas superiores a orientada, o que se deve ao peso próprio do bloco de varvito, que aliado às barras de aço, às cargas permanentes e variáveis da superestrutura, superam o empuxo e contribuem para a estabilidade, permitindo a dispensa da argamassa.

Tal método, assim como na execução de um muro de arrimo, se inicia com a realização do corte do terreno, com a finalidade de haver espaço para a execução da contenção, bem como permitir maior segurança para os profissionais e equipamentos que participarão da obra. Após, é realizada a regularização da base ou execução de um lastro de concreto a fim de permitir o bom assentamento das placas, contribuindo para a prevenção de manifestações patológicas.

Em seguida, o empilhamento das placas de varvito pode ser realizado. O empilhamento, é executado com o maquinário da própria Secretaria de Obras, o que facilita e agiliza os trabalhos. No caso presenciado (ver Figura 5), foram utilizadas uma pá carregadeira e uma retroescavadeira para realizar o empilhamento de placas de 25 a 30 cm de altura. Na obra em questão, também foi possível observar que as barras de aço foram posicionadas a cada duas fiadas, transpassando e permanecendo entre as placas (ver Figura 6). O processo foi realizado com uma furadeira do tipo martetele, sendo a barra posteriormente afixada.

É importante ressaltar que em algumas obras observou-se a execução de uma cinta de amarração para aumentar a resistência mecânica do elemento, além da construção de pilares entre o encontro e as alas para preencher o vazio ocasionado pela mudança de direção e uni-los. Além disso, outra variação encontrada foi a construção de pilares em frente à contenção, com o objetivo de contribuir para a resistência ao empuxo.

Após a conclusão do empilhamento e das eventuais complementações, é possível proceder com o reaterro. Em seguida, a estrutura da ponte pode ser apoiada e posicionada sobre o encontro. Ressalta-se que quando houver a utilização do concreto, sua cura deve ser respeitada.

Nesse sentido, a Figura 7 mostra o processo de exe-

Figure 4: Relação de encontros levantados.

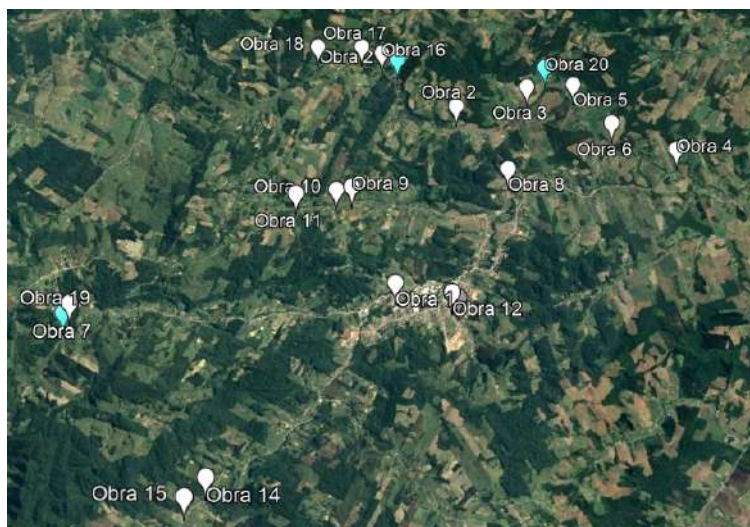


Figure 5: Execução de um encontro pelo método de empilhamento.



cução de um encontro utilizando o presente método e a Figura 8 mostra sua situação atual, sendo possível atestar sua excelente condição.

Segundo Carvalho (1991), obras com as características presentes apresentam grande viabilidade, uma

vez que a sua construção é relativamente simples e não exige mão de obra especializada, o que reduz significativamente o custo total da obra. Além disso, quando o material utilizado é abundante na região (como é o caso do varvito), os custos são ainda menores. É impor-

Figure 6: Esquema simplificado do método de empilhamento.

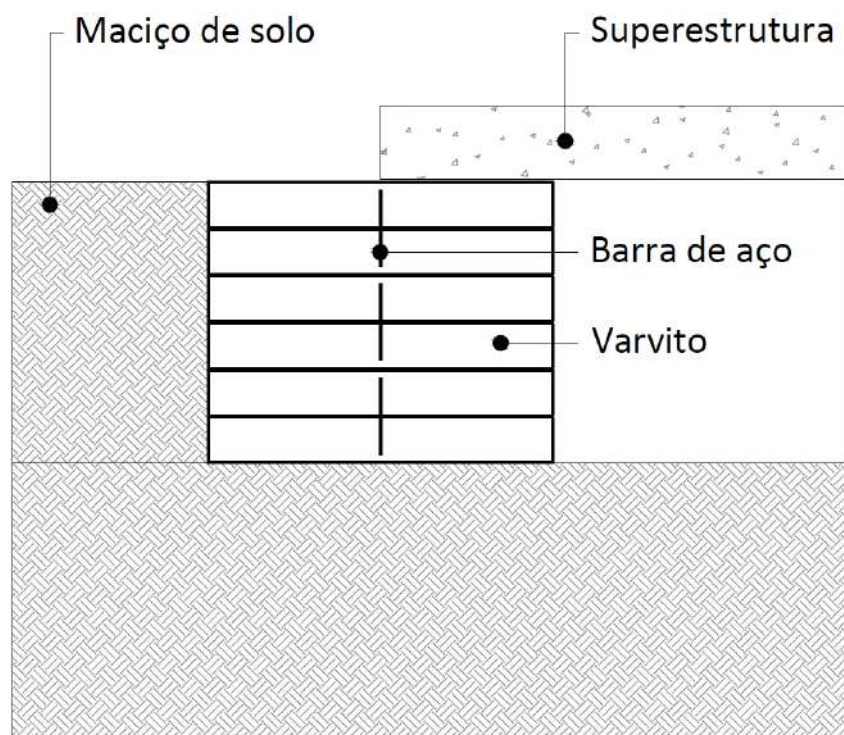


Figure 7: Processo construtivo da Obra 1, no ano de 2011.



Fonte: Prefeitura Municipal de Braço do Trombudo (2019)

tante destacar que, de acordo com o autor, a contenção nesse tipo de obra possui capacidade autodrenante, o que ajuda a prevenir pressões neutras que poderiam so-

brecarregar ainda mais a estrutura.

Um fato que pode ser considerado uma desvantagem é que as placas de varvito possuem a presença de

Figure 8: Obra 1 durante o levantamento realizado.



seixos pingados (ver Figura 9). A presença desse tipo de falha pode acarretar na concentração de tensões, uma vez que com o empilhamento das placas, onde houver seixos, a placa não se apoiará na totalidade. Tal fato possibilita a tração pontual em uma pequena área, diminuindo a resistência mecânica local, o que pode acarretar na fratura do material – que é frágil. Assim sendo, uma alternativa para tal situação seria a utilização de areia para o assentamento das placas em todos os casos; para os casos visivelmente extremos, como o mostrado na Figura 9, a utilização de argamassa seria de grande relevância.

A relação de obras do método de empilhamento de placas de varvito, pode ser verificada a partir da Tabela 1.

As obras de alvenaria de pedra argamassada (ver Figura 10), por sua vez, podem ser verificadas junto à Tabela 1.

Tais obras são classificadas como alvenarias estruturais ou portantes (Parsekian; Hamid; Drysdale, 2012) e, têm como missão vencer as cargas provenientes do maciço a partir de seu peso próprio, bem como se opor às cargas oriundas da superestrutura por meio das propriedades físico-mecânicas do varvito. Além disso, assim como no método do empilhamento, a execução desse tipo de obra parte da realização do corte no terreno a fim de garantir o espaço necessário para os trabalhos e segurança dos envolvidos. Após, é realizado a regularização da base ou lastro de concreto para que o solo receba uniformemente as cargas do encontro.

Para esse último ponto, Vitório (2002) indica que

tal etapa deve ser realizada de tal maneira que não haja diferença de nível, uma vez que tal diferença pode gerar uma mal distribuição de cargas para o solo o que acarreta em recalque diferencial e, conseqüentemente, fissurações e deformações não desejadas podem ocorrer na estrutura. Nesse sentido, destaca-se que nas vistorias realizadas nas Obras 19 e 20, foram verificadas trincas que indicam ter sua origem no recalque diferencial (ver Figura 11).

Após a realização da base devidamente regularizada, fiadas de blocos de varvito são executadas. As três obras identificadas possuem junta do tipo amarração, a qual pode ser verificada na Figura 12. Nesse tipo de amarração, procura-se, a cada fiada, deslocar meio bloco em relação à fiada imediatamente abaixo, uma vez que a partir de tal disposição, garante-se uma melhor distribuição de cargas e, conseqüentemente, maior resistência para o conjunto.

Para que a amarração seja executada corretamente, é fundamental que os blocos de varvito tenham tamanhos homogêneos e estejam padronizados. Isso se deve ao fato de que a não conformidade do material pode acarretar em concentração de tensões e conseqüentes manifestações patológicas.

Um fato que merece nota é que para o método de alvenaria argamassada, Carvalho (1991), em seu Manual de Geotecnia, orienta que a altura máxima seja de 3 metros. Ademais, comparando o método da alvenaria argamassada com o método do empilhamento, é possível afirmar que o método da alvenaria argamassada demanda um tempo maior de execução, no entanto, não

Figure 9: Detalhe de uma peça de varvito serrada contendo seixo pingado.



Fonte: Larroyd *et al.* (2018, p. 14).

Table 1: Relação de obras pelo método de empilhamento.

Obra	Ano de execução	Localização	Dimensões da ponte (largura x vão)
Obra 01	2011	27°21'49.80"S 49°55'27.22"O	12,00 x 10,00 m
Obra 02	2011	27°19'17.89"S 49°55'16.06"O	5,00 x 8,50 m
Obra 03	2014	27°19'17.89"S 49°55'14.06"O	5,00 x 8,50 m
Obra 04	-	27°19'17.89"S 49°55'14.06"O	5,00 x 8,50 m
Obra 05	-	27°19'17.89"S 49°55'14.06"O	4,50 x 7,20 m
Obra 06	-	27°19'15.32"S 49°55'14.06"O	4,50 x 7,20 m
Obra 07	2011	27°21'42.41"S 49°55'25.29"O	5,00 x 8,50 m
Obra 08	-	27°19'15.35"S 49°55'14.99"O	6,00 x 7,30 m
Obra 09	2012	27°19'15.35"S 49°55'14.99"O	6,00 x 7,30 m
Obra 10	-	27°21'19.44"S 49°55'24.37"O	12,00 x 10,00 m
Obra 11	2017	27°19'16.97"S 49°55'16.06"O	5,00 x 8,50 m
Obra 12	-	27°21'19.44"S 49°55'24.37"O	12,00 x 10,00 m
Obra 13	-	27°21'19.44"S 49°55'24.37"O	12,00 x 10,00 m
Obra 14	-	27°19'15.35"S 49°55'14.99"O	6,00 x 7,30 m
Obra 15	2011	27°24'28.58"S 49°55'41.56"O	10,50 x 8,50 m
Obra 16	-	27°21'20.45"S 49°55'22.54"O	5,00 x 8,50 m
Obra 17	-	27°19'15.35"S 49°55'14.30"O	4,50 x 6,50 m
Obra 18	-	27°19'15.32"S 49°55'14.01"O	6,50 x 2,50 m

Figure 10: Obra 21.



Table 2: Relação de obras pelo método de alvenaria argamassada.

Obra	Ano de execução	Localização	Dimensões da ponte (largura x vão)
Obra 19	-	27°23'34.12"S 49°56'25.73"O	5,00 x 6,70 m
Obra 20	-	27°19'05.05"S 49°53'11.91"O	4,80 x 4,00 m
Obra 21	-	27°19'38.30"S 49°54'46.85"O	4,00 x 6,00 m

Figure 11: Obra 19 com recalque diferencial.

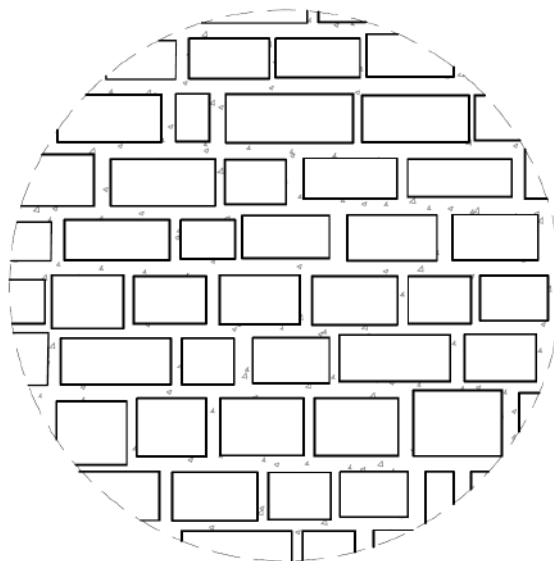


se faz necessária a utilização de equipamentos de maior porte para locomoção e/ou acomodação das peças de varvito.

4 CENÁRIO CIENTÍFICO E PERSPECTIVAS QUANTO AO TEMA

A revisão sistemática da literatura é uma ferramenta reconhecida por fornecer uma seleção de referências bi-

Figure 12: Unidades cortadas assentadas com argamassa.



Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de Parsekian, Hamid e Drysdale (2012, p. 25).

bliográficas imparcial e rigorosa, uma vez que permite a identificação, seleção e avaliação crítica de dados a partir de um conjunto de perguntas ou palavras-chave, evitando a indução a tendências ou vies de seleção (Conforto; Amaral; Silva, 2011).

A bibliometria, por sua vez, é uma técnica que se dedica à análise estatística do uso e criação de documentos, bem como ao estudo quantitativo dos dados levantados. Além disso, por meio dessa técnica, é possível identificar tendências e o crescimento do conhecimento em uma determinada área, bem como avaliar a produtividade e identificar lacunas no conhecimento. Esses fatores podem ser utilizados na prospecção de tecnologia, com o objetivo de produzir pesquisas científicas mais relevantes e de qualidade (Spinak, 1998).

Assim sendo, com o objeto de aplicar essas duas ferramentas, uma pesquisa foi realizada a partir da inserção das palavras-chave “varvito” e “ardósia”, resultando em 0 e 10 artigos, respectivamente ((Org.), 2023). A partir de então, realizou-se a leitura e análise dos resultados obtidos.

Visando quantificar as áreas temáticas, os artigos levantados têm as seguintes áreas: (i) Ciências Agrárias – 4 artigos; (ii) Engenharias – 4 artigos; (iii) Ciências Sociais Aplicadas – 1 artigo; e (iv) Ciências Biológicas – 1 artigo.

Com relação aos locais em que houve a produção científica, obtém-se os seguintes resultados: (i) Portugal

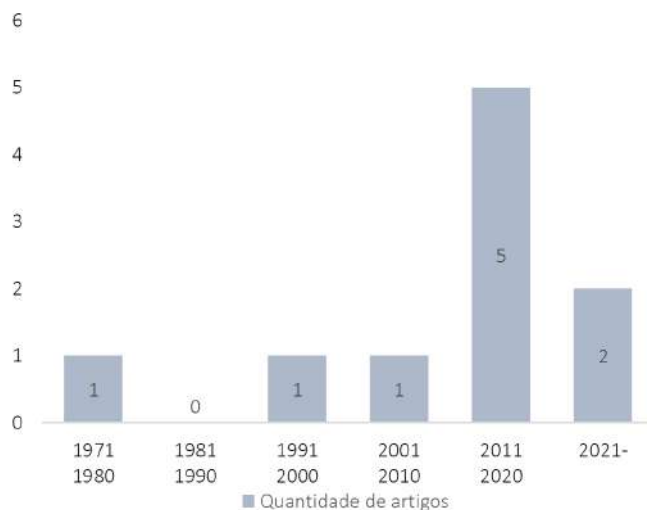
– 2 artigos; e (ii) Brasil – 8 artigos. Os estados brasileiros em que houve produção foram: Minas Gerais (4 artigos), São Paulo (2 artigos), Amazonas (1 artigo) e Santa Catarina (1 artigo). Destaca-se que o estado de Minas Gerais responde por mais de 90% da produção nacional de ardósia (Larroyd *et al.*, 2018), o que corrobora o interesse científico mineiro.

A Figura 13 demonstra a quantidade de publicação de artigos no decorrer das décadas. A análise que pode ser feita é que houve um interesse menor no século passado e que existiu um aumento na produção científica principalmente a partir da década passada.

Relacionado à temática desses artigos, o único artigo que tratou do varvito foi o de Andrade, Lisboa e Lisboa (2017), onde discutiram sobre a construção de um reservatório de 250 m³ para sistema de aproveitamento de água da chuva no Oeste Catarinense. Após a construção de tal reservatório, concluiu-se que se mostrou uma alternativa com custo menor que os métodos tradicionais e que não houve alteração da qualidade da água. Destaca-se, no entanto, que tal artigo relata que a “ardósia” foi extraída de uma jazida da cidade de Trombudo Central. Logo, conclui-se, que artigo trouxe ao meio científico a designação comercial de “ardósia” e não a denominação científica da rocha, que é varvito.

Outros dois artigos que merecem citação, são o “Estudo da influência do tratamento termomecânico nas propriedades do resíduo de ardósia”, de Fuscaldi *et al.*

Figure 13: Publicações de artigos por década.



(2022) e “Obtenção de Compósitos de Resíduos de Ardósia e Polipropileno” de Carvalho *et al.* (2007). O primeiro realizou tratamento termomecânico (calcinação e moagem) em resíduos da ardósia mineira, com foco na ativação das propriedades pozolânicas, obtendo como resultado o aumento médio das partículas. O segundo avaliou o comportamento mecânico da adição de diferentes teores de resíduos de ardósia no polipropileno, chegando à conclusão que a ardósia melhorou as interações interfaciais e para a resistência à tração, tal adição não mudou significativamente o desempenho mecânico.

Já os outros 8 trabalhos trataram de assuntos variados relacionados à ardósia. Dentre eles pode-se citar: (i) utilização da ardósia em coberturas na forma de solados (telha ou placa de revestimento); (ii) utilização de ardósia piroexpandida em arte escultórica; (iii) avaliação do uso da ardósia na construção de maternidade de suínos; (iv) análise de eficiência de inseticidas aplicados à superfície ardósiana para controle de *Blattella germanica*; (v) análise da utilização de ladrilho de ardósia para captura de larvas de simuliídeo; e (vi) estudo pedológico da série Guamim, em Piracicaba, no estado de São Paulo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

(i) O material e o método construtivo foram validados, tendo em vista as vistorias realizadas, a quantidade de encontros levantados, o tempo desde sua construção e o seu uso, uma vez que foram implantados em locais

com alto tráfego, inclusive de veículos pesados – que solicitam significativamente a estrutura.

(ii) A simplicidade da execução do método do empilhamento, aliada à abundância do material na região – o que reduz os custos de execução – e a ratificação mencionada anteriormente, tornam o material uma alternativa viável aos métodos construtivos tradicionais, quando aplicado em pequenas alturas.

(iii) Ao analisar as obras identificadas, é possível constatar que as construções mais antigas foram realizadas utilizando o método de alvenaria argamassada, provavelmente devido à ausência de equipamentos pesados necessários para a realização do método do empilhamento.

(iv) A falta de normas, literaturas e trabalhos a respeito foram um inconveniente na execução do presente trabalho. Ainda, a partir da revisão sistemática e análise bibliométrica realizadas, observou-se que tanto a ardósia, quanto o varvito são pouco explorados cientificamente, tendo como lacuna inclusive a determinação do comportamento mecânico exclusivo da rocha. É importante alertar ainda quanto à confusão entre os termos ardósia e varvito até mesmo no meio científico.

(v) Por fim, sugere-se a complementação deste estudo por meio da determinação das propriedades físico-mecânicas do varvito e do dimensionamento adequado de encontros, uma vez que atualmente as obras são executadas de maneira empírica. Posteriormente, seria de grande relevância o comparativo econômico-financeiro

entre os métodos tradicionais e os indicados por este artigo.

6 AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7188:** Carga móvel, rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ANDRADE, M. A. N.; LISBOA, M. B.; LISBOA, H. M. Reservatório de ardósia para sistemas de aproveitamento de água de chuva. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 22, n. 3, p. 563–570, May 2017. <https://x.gd/cONwO> Acesso em: 07 mar. 2023.

CARVALHO, G. M. X. *et al.* Obtenção de compósitos de resíduos de ardósia e polipropileno. **Polímeros**, v. 17, n. 2, p. 98–103, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282007000200008> Acesso em: 07 mar. 2023.

CARVALHO, P. A. S. **Manual de Geotecnia:** taludes de rodovias: orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: **Anais do 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento do Produto**. Porto Alegre, RS - Brasil: ResearchGate, 2011. v. 8.

CUNHA, J. P. **Desenvolvimento de um novo material a partir da composição dos resíduos da mineração de varvito e da produção de cal.** Dissertação (Mestrado) — PIPE, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/13518> Acesso em: 07 mar. 2023.

FILHO, N. O. H. *et al.* Aspectos geológicos e socioambientais dos varvitos de trombudo central, sc, brasil. **Geosul (UFSC)**, v. 30, p. 117, 2015.

FUSCALDI, F. M. *et al.* Estudo da influência do tratamento termomecânico nas propriedades do resíduo de ardósia. **Revista Matéria**, v. 27, n. 4,

2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1517-7076-RMAT-2022-0248> Acesso em: 07 mar. 2023.

LARROYD, F. *et al.* **Ardósia de Trombudo Central (SC) – Varvito**. Florianópolis: DNPM, 2018.

Lei Municipal nº.0469, P. M. de Braço do T. **Define o sistema rodoviário do município**. Santa Catarina: Prefeitura Municipal de Braço do Trombudo, 2004. Disponível em: <https://x.gd/ED2Ky> Acesso em: 25 fev. 2013.

MARCHETTI, O. **Pontes de concreto armado**. São Paulo: Blucher, 2008.

MINERADORA, A. **Laudo Técnico [mensagem pessoal]**. 2019. Mensagem recebida por: jesse@unidavi.edu.br em 05 mar. 2019.

MOLITERNO, A. **Caderno de muros de arrimo**. 2. ed. rev.. ed. São Paulo: Blucher, 1994.

MOLITERNO, A. **Caderno de estruturas em alvenaria e concreto simples**. São Paulo: Blucher, 1995.

(ORG.), S. E. L. O. **SciELO**. 2023. Disponível em: <https://x.gd/FFGdX>.

PARSEKIAN, G. A.; HAMID, A. A.; DRYSDALE, R. G. **Comportamento e dimensionamento de alvenaria estrutural**. São Carlos: Edufscar, 2012.

Prefeitura Municipal de Braço do Trombudo. **Datas construtivas [mensagem pessoal]**. 2019. Mensagem recebida por: jesse@unidavi.edu.br em 30 mai. 2019.

SPINAK, E. Indicadores cienciométricos. **Ciência da Informação**, v. 27, n. 2, 1998. Nd.

VITÓRIO, J. A. P. **Pontes Rodoviárias:** fundamentos, conservação e gestão. Recife: CREA-PE, 2002.