



INSTITUTO POLITÉCNICO Escola Superior
DE BRAGANÇA de Tecnologia e Gestão



Caraterização Geométrico-Estrutural de Pontes em Arco de Alvenaria na Região de Bragança

João Jorge Carrazedo de Jesus

Relatório Final de Projeto apresentado à
Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico de Bragança

Para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia da Construção

Dezembro de 2013

Caraterização Geométrico-Estrutural de Pontes em Arco de Alvenaria na Região de Bragança

João Jorge Carrazedo de Jesus

Relatório Final de Projeto apresentado à
Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico de Bragança

Para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia da Construção

Orientador:
João Carlos Almendra Roque

Dezembro de 2013

AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar aqui umas palavras de agradecimento a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e especialmente:

- Ao Prof. Doutor João Roque, pela disponibilidade, apoio e ajuda na orientação deste trabalho;
- À Estradas de Portugal, S.A., pela disponibilidade e colaboração prestada no fornecimento dos dados que detinham sobre as pontes em arco de alvenaria existentes no distrito de Bragança;
- Aos meus colegas e amigos que me acompanharam e ajudaram na realização do levantamento geométrico;
- Aos meus pais e minha irmã pelo apoio, motivação e ajuda que sempre me deram.

RESUMO

A importância das pontes em arco de alvenaria tem vindo a aumentar nos últimos tempos, pois estas são um marco histórico na evolução da humanidade e representam a evolução do engenho do homem ao longo dos séculos.

Construídas pelos nossos antepassados, muitas revelaram-se intemporais, algumas delas milenares resistiram até aos dias de hoje, cumprindo ainda com as funções para as quais foram construídas.

O salto tecnológico dado no último século permitiu o aparecimento de novos materiais, nomeadamente o betão armado e o aço com os quais é mais fácil e mais económico construir, conseguindo vencer vãos muito maiores com custos mais reduzidos. Assim a construção de pontes em arco de alvenaria de pedra deixou de se utilizar apesar de ter provado a sua resistência e durabilidade.

Contudo, herdamos um vasto património arquitetónico que urge identificar, caraterizar e analisar contribuindo assim para a sua gestão, manutenção e conservação.

O que se fez nesta tese foi fazer uma recolha de dados, essenciais à realização de trabalhos futuros que cumpram os objetivos anteriores.

O trabalho desenvolvido consistiu na execução de um levantamento de parâmetros geométricos (“in situ”), com relevância para o comportamento estrutural, de uma amostra de pontes em arco de alvenaria no distrito de Bragança, norte de Portugal, fazendo posteriormente a sua caraterização e análise geométrica.

Foram analisadas e comparadas as caraterísticas geométricas destas pontes com as regras empíricas históricas de construção, praticadas pelos antigos construtores que mais se destacaram ao longo do tempo.

Fez-se também a comparação das caraterísticas geométricas das pontes da amostra, com as relações geométricas obtidas em levantamentos recentes realizados em Itália.

Estas comparações configuram uma forma preliminar e expedita de avaliação da segurança destas pontes.

Palavras-chave:

Pontes em arco de alvenaria, regras empíricas, levantamento geométrico, caraterização.

ABSTRACT

The importance of masonry arch bridges has increased in recent times, as these represent a milestone in the evolution of humanity and of human ingenuity over centuries.

Built by our ancestors, many have proven to be timeless, some of them millenarian stood still until our days, while fulfilling the functions for which they were built.

The technological burst since the last century allowed the development of new materials, including reinforced concrete and steel which is easier and cheaper to build, and with capabilities to reach larger spans with lower costs. Thus the construction of arch bridges of stone masonry ceased to be used despite having proven its strength and durability.

However, with these constructions it has been inherited a vast architectural heritage that requires identification, characterization and analysis, contributing to their management, maintenance and preservation.

The work collects geometrical data of masonry arc bridges, that is an essential task to satisfy the previous requirements.

The work consisted in implementing a geometrical survey ("in situ") of parameters with key importance for structural behavior, of a sample of masonry arch bridges in the district of Bragança, north of Portugal, gathering information that is important to support this characterization and geometrical analysis.

The geometrical characteristics of these bridges have been analyzed and compared with historical empirical rules of construction, practiced by the ancient builders who stood out over time.

This work, also compares the geometrical characteristics of the sample bridges, with geometrical proportions from recent surveys in Italy.

These comparisons are a preliminary way to analyze, evaluate and understand the structural safety of these bridges.

Keywords:

Masonry arch bridges, empirical rules, geometrical survey, characterization.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	Enquadramento	1
1.2.	Objetivos	2
1.3.	Conteúdo da tese.....	2
2.	ESTADO DA ARTE.....	5
2.1.	Resenha da história das pontes	5
2.2.	Pontes em arco de alvenaria no distrito de Bragança	12
2.3.	Composição da estrutura de uma ponte em arco de alvenaria de pedra	14
2.4.	Evolução do conhecimento da construção de arcos	17
2.5.	Regras empíricas históricas de construção	26
2.6.	Regras empíricas obtidas de levantamentos.....	31
3.	LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO	35
3.1.	Procedimento adotado para execução do levantamento	35
3.2.	Análise descritiva da amostra.....	40
3.3.	Análise das relações geométricas da amostra	48
3.4.	Conclusões do levantamento geométrico da amostra.....	61
4.	COMPARAÇÃO GEOMÉTRICA DAS PONTES COM AS REGRAS ANTIGAS DE CONSTRUÇÃO.....	63
4.1.	Relações empíricas históricas.....	63
4.2.	Relações empíricas de levantamentos.....	69
4.3.	Comparação da representatividade da amostra com as fórmulas empíricas ...	71
4.4.	Conclusões a retirar da comparação geométrica	74
5.	CONCLUSÕES	75
5.1.	Conclusão geral	75
5.2.	Sugestões para futuro desenvolvimento.....	76
	BIBLIOGRAFIA.....	77
	ANEXOS	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Ponte da Portela.....	1
Figura 2.1 - Arco natural em Fajã da Ribeira da Areia, ilha de São Jorge, Açores (fotografia de Silveira e Costa).....	5
Figura 2.2 - Alpondras em Fráguas, Vila Nova de Paiva (fotografia de Carlos Martins).....	6
Figura 2.3 - Falso arco, Nova Deli, Índia (fotografia de Warren Apel).....	6
Figura 2.4 - Ponte velha de Gimonde, Bragança	7
Figura 2.5 - Ponte Zhaozhou, China [Rodrigues, 2011].....	9
Figura 2.6 - Ponte Royal, Paris (fotografia de Mathieu Clabaut)	10
Figura 2.7 - Ponte de la Concorde (fotografia de Giraud, Patrick)	11
Figura 2.8 - Carta itinerária das estradas romanas e suas variantes dentro do distrito de Bragança e regiões confinantes [Nunes, 1997].....	13
Figura 2.9 - Representação esquemática dos componentes das pontes em arco de alvenaria de pedra [Costa, 2009]	15
Figura 2.10 - Tipos de arco [Nunes, 2009, cit. por Morais, 2012].....	17
Figura 2.11 - Regras empíricas propostas por Alberti [Grandjean, 2009].....	19
Figura 2.12 - Cimbra para apoio do arco em fase construtiva [Perronet, 1987, cit. por Lemos, 2009].....	21
Figura 2.13 - Modelo de Coulomb para análise de arcos [Gago, 2004, cit. por Costa, 2007]..	22
Figura 2.14 - Mecanismos limite considerados por Coulomb [Gago, 2004, cit. por Costa, 2007].....	23
Figura 2.15 - Vão maior da ponte de Sidi Rached Constantine na Algéria (fotografia de Amina T.).....	24
Figura 2.16 - Visão geral da ponte de Sidi Rached Constantine na Algéria (autor desconhecido).....	25
Figura 2.17 - Definição dos parâmetros das fórmulas empíricas de dimensionamento [Costa, 2007].....	34
Figura 3.1 - Localização das pontes em arco de alvenaria da amostra selecionada no distrito de Bragança.....	37
Figura 3.2 - Folha de medição tipo.....	38
Figura 3.3 - Fitas métricas	39
Figura 3.4 - Distanciómetro laser com sensor de inclinação e tripé.....	39
Figura 3.5 - Ponte velha de Gimonde em xisto (ponte nº 70).....	42
Figura 3.6 - Ponte nova de Gimonde em granito e xisto (ponte nº 26)	42
Figura 3.7 - Arco com espessura irregular (ponte nº 70).....	45
Figura 3.8 - Arco com espessura constante (ponte nº 5)	46
Figura 3.9 - Arco com espessura variável (ponte nº 57).....	46
Figura 3.10 - Tabuleiro assente diretamente sobre o coroamento do arco (ponte nº 23)	47
Figura 3.11 - Enchimento entre o tabuleiro alargado e a chave (ponte nº 9).....	47
Figura 3.12 - Enchimento aligeirado sobre a chave do arco (ponte nº 51).....	47
Figura 3.13 - Pilar da ponte da Arranca (ponte nº 71).....	48
Figura 3.14 - Pilares da ponte sobre o Rio Rabaçal (ponte nº 1)	48

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Relações históricas de dimensionamento da espessura do arco	27
Tabela 2.2 - Relações empíricas históricas da largura dos pilares [Lemos, 2009]	30
Tabela 2.3 - Relações empíricas obtidas de levantamentos recentes para a espessura do arco	32
Tabela 2.4 - Relações empíricas para a largura dos pilares propostas por Lagomarsino et al. (1999).....	33
Tabela 2.5 - Relações empíricas para a largura dos pilares propostas por Gambarotta (1999)	34
Tabela 3.1 - Distribuição de pontes da amostra por concelho	36
Tabela 3.2 - Distribuição de pontes por tipo de material de construção	41
Tabela 3.3 - Distribuição das pontes da amostra por tipo de arco	42
Tabela 3.4 - Distribuição de pontes em função do número de vãos.....	43
Tabela 3.5 - Distribuição da amostra por tipo de espessura	45
Tabela 3.6 - Distribuição percentual do tipo de arcos	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 - Relação t/s para arcos profundos das regras empíricas históricas	28
Gráfico 2.2 - Relação t/s para arcos abatidos das regras empíricas históricas	29
Gráfico 2.3 - Relações geométricas W/s das regras empíricas históricas.....	30
Gráfico 2.4 - Relação geométrica W/H da fórmula empírica de Alberti.....	31
Gráfico 2.5 - Relações geométricas t/s das regras empíricas obtidas de levantamentos recentes	32
Gráfico 2.6 - Relações geométricas W/s das regras empíricas obtidas de levantamentos recentes	33
Gráfico 2.7 - Relações geométricas W/H das regras empíricas obtidas de levantamentos recentes	33
Gráfico 3.1 - Distribuição de arcos em função do vão da mostra	43
Gráfico 3.2 - Distribuição de arcos em função do vão em pontes de um só arco	44
Gráfico 3.3 - Distribuição de arcos em função do vão em pontes de múltiplos arcos	44
Gráfico 3.4 - Distribuição do número de pontes da amostra por tipo de vão	49
Gráfico 3.5 - Relação entre o vão (s) e a altura do arco (r)	50
Gráfico 3.6 - Relação entre o vão (s) e a razão entre a altura do arco e o vão (r/s)	51
Gráfico 3.7 - Relação entre a espessura do arco e o vão	52
Gráfico 3.8 - Relação entre a razão da espessura / vão do arco e o vão do arco	53
Gráfico 3.9 - Relação entre a razão da espessura / altura do arco e o vão do arco	53
Gráfico 3.10 - Relação da largura dos pilares com o comprimento do vão.....	54
Gráfico 3.11 - Relação da largura relativa dos pilares (W/s) com o vão.....	55
Gráfico 3.12 - Relação entre a altura dos pilares e o vão do arco.....	55
Gráfico 3.13 - Relação entre a largura e a altura dos pilares	56

Gráfico 3.14 - Relação entre a razão H/W e a profundidade relativa dos arcos	57
Gráfico 3.15 - Relação entre a razão H/s e a profundidade relativa dos arcos	57
Gráfico 3.16 - Relação entre a razão W/H e o comprimento dos arcos	58
Gráfico 3.17 - Relação geométrica entre a razão t/s e a profundidade relativa do arco das pontes de pequeno vão.....	59
Gráfico 3.18 - Relação geométrica entre a razão t/r e a profundidade relativa do arco das pontes de pequeno vão.....	59
Gráfico 3.19 - Relação geométrica entre a razão t/s e a profundidade relativa do arco das pontes de médio vão	60
Gráfico 3.20 - Relação geométrica entre a razão t/r e a profundidade relativa do arco das pontes de médio vão	60
Gráfico 3.21 - Tendência da relação t/s de arcos profundos da amostra	62
Gráfico 4.1 - Relações t/s das pontes de arco profundo confrontadas com as regras empíricas históricas	64
Gráfico 4.2 - Relações entre t/s das pontes de arco abatido e semi-abatido confrontadas com as regras empíricas históricas de arcos abatidos	65
Gráfico 4.3 - Relações t/s das pontes de arco abatido e semi-abatido confrontadas com as regras empíricas de arcos profundos	66
Gráfico 4.4 - Relações entre largura dos pilares com o vão do arco confrontadas com as regras empíricas históricas	67
Gráfico 4.5 - Relação entre a largura dos pilares com a sua altura	68
Gráfico 4.6 - Comparação da espessura do arco da amostra com as relações obtidas de outros levantamentos geométricos.....	69
Gráfico 4.7 - Comparação da largura dos pilares da amostra em função do comprimento do vão com o levantamento geométrico de Lagomarsino et al. (1999)	70
Gráfico 4.8 - Comparação da largura dos pilares em função da altura da amostra com o levantamento geométrico de Lagomarsino et al. (1999) e Alberti (1452).....	71
Gráfico 4.9 - Comparação da tendência t/s da amostra com as fórmulas empíricas dos antigos construtores.....	72
Gráfico 4.10 - Comparação da tendência t/s da amostra com as fórmulas empíricas obtidas dos levantamentos de Lagomarsino et al. (1999) e Gambarotta (1999).....	73

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

As pontes em arco de alvenaria de pedra são obras de arte bastante frequentes em Portugal, muitas delas inseridas na rede de estradas nacionais, quase todas seculares, a ponte da Portela sobre o rio Sabor em Moncorvo (figura 1.1) é um exemplo desses. A sua geometria é resultado de regras empíricas de conceção desenvolvidas durante séculos de trabalho pelos construtores antigos, sem conhecimentos de matemática e de mecânica das estruturas, nem tão pouco dispunham de maquinaria pesada. São obras de incalculável valor patrimonial, arquitetónico, histórico e cultural.

As pontes em arco de alvenaria já provaram a sua durabilidade e resistência dos materiais aplicados. Apesar deste tipo de estruturas ter caído em desuso, em benefício das pontes em estruturas metálicas e de betão armado, temos a incumbência de as estudar, de forma a compreendermos os métodos empíricos aplicados, mecanismos usados na sua construção e o seu modo de funcionamento.



Figura 1.1 - Ponte da Portela

A esmagadora maioria das pontes de em arco de alvenaria foi erguida, para vencer rios e vales, numa altura em que nem sequer existiam ainda veículos automóveis, mas que hoje em dia em muitos dos casos estão sujeitas à exploração rodoviária, é imperativamente necessário preservá-las e averiguar a sua capacidade resistente, para que as futuras gerações as possam contemplar e proporcionar a segurança dos seus utilizadores.

1.2. Objetivos

O grande objetivo deste trabalho foi a execução de um levantamento geométrico-estrutural “in situ” que identifique e caracterize geometricamente um conjunto de pontes em arco de alvenaria com valor patrimonial existentes na região de Bragança.

Pretendeu-se também fazer uma comparação das características geométricas das pontes caracterizadas, com as regras empíricas praticadas pelos construtores antigos.

Contribuir para o estabelecimento de uma metodologia de avaliação expedita e preliminar da segurança, neste tipo de construções, baseada em critérios geométricos.

Promover o desenvolvimento de uma base de dados (geometria, danos aparentes e tipo de utilização) relativa a pontes em arco de alvenaria, que possibilite a realização de análises estruturais e a avaliação das suas condições de segurança, no estado atual de conservação e de exploração.

Finalmente, teve-se por objetivo contribuir para a preservação do património histórico e cultural construído de Trás-os-Montes.

1.3. Conteúdo da tese

Procurando atingir os objetivos propostos, a presente dissertação está dividida em cinco capítulos, cada um deles representa sequencialmente a forma como se foi desenvolvimento o trabalho.

A seguir a esta introdução, apresenta-se o capítulo 2 onde se faz uma breve resenha histórica sobre as pontes em arco de alvenaria no geral, e depois mais concretamente no distrito de Bragança. De seguida descreve-se a evolução do conhecimento da construção de arcos. Neste contexto são apresentados os autores que mais se destacaram nesta área, muitos deles também construtores, e a evolução das regras empíricas que foram estabelecendo, para correlacionar os parâmetros geométricos dimensionais.

No capítulo 3 faz-se um levantamento geométrico de um conjunto de pontes. Descreve-se como foram selecionadas as pontes para a amostra e o modo como se executou o levantamento. Inclui-se neste capítulo as folhas de medições utilizadas para registar o levantamento efetuado. Neste capítulo faz-se também, a caracterização geométrica do levantamento efetuado, onde se analisa a amostra, faz-se uma análise descritiva e estatística

dos vários parâmetros essenciais à sua caraterização. Finalmente são correlacionados os vários parâmetros geométricos, apresentando as relações entre eles.

No capítulo 4 comparam-se as relações geométricas da amostra, analisadas no capítulo 3, com as regras empíricas de construção praticadas pelos antigos construtores.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões gerais obtidas com esta dissertação e sugestões para trabalhos futuros, que poderão ser realizados tendo em conta o âmbito deste trabalho.

2. ESTADO DA ARTE

2.1. Resenha da história das pontes

Desde o início dos tempos da humanidade que lhe está nos genes a necessidade de comunicar e expandir os seus horizontes, primeiro como ato de sobrevivência na procura de alimentos e abrigo e depois como forma de obtenção de prosperidade.

Quando os primeiros homens enveredavam a sua exploração deparavam-se muitas vezes com leitos de rios e outros obstáculos que os impediam de continuar. A natureza muitas vezes proporcionava-lhes formas de os ultrapassarem, ou porque as forças da mesma tinham atravessado um maciço criando uma ponte natural (figura 2.1), ou até porque uma árvore na margem de um curso de água tinha tombado e apoiado na outra, proporcionando uma forma de travessia. Como espécie dotada de inteligência superior fizeram uso do seu engenho, viram o que a natureza fazia e começaram a imitá-la.



Figura 2.1 - Arco natural em Fajã da Ribeira da Areia, ilha de São Jorge, Açores (fotografia de Silveira e Costa)

Idade Antiga

A idade antiga representa toda a época anterior ao séc. I a.C., nesta altura o homem primitivo, vivendo em comunidade, sentiu a necessidade de criar pontes onde fosse possível a passagem sobre cursos de água. Com o tempo e à medida que se ia sedentarizando, foi procurando soluções cada vez mais duradouras, para passagem de animais, de caçadores, de comerciantes e dos guerreiros que tentam expandir o seu território.

Vencer os leitos dos rios, passou assim a ser uma forma dos povos mais ambiciosos conseguirem o que pretendiam de uma forma mais rápida.

A evolução seguiu o seu caminho e desde a Antiguidade encontram-se entre os povos primitivos pontes de madeira, de cordas feitas com lianas e alpondras, ou poldras (figura 2.2), que muitas das vezes possuíam pedras horizontais em cima, tipo vigas, para facilitar a passagem dos animais.

A escolha dos materiais com que estas pontes eram construídas, dependia muito dos recursos existentes nas proximidades e também, não menos importante, do tipo de ferramentas que possuíam, pois estão diretamente relacionadas com os materiais que podiam trabalhar.

O sistema primitivo de viga-pilar em pedra estava limitado pelos elevados pesos e pela diminuta resistência da pedra aos esforços de flexão e tração bem como a necessidade de ter um elevado número de elementos de suporte. A necessidade de superar estas dificuldades cobrindo espaços maiores levam ao aparecimento da falsa cúpula e do falso arco (figura 2.3) e, mais tarde, o arco de volta inteira [Nunes, 1997].



Figura 2.2 - Alpondras em Fráguas, Vila Nova de Paiva (fotografia de Carlos Martins)



Figura 2.3 - Falso arco, Nova Deli, Índia (fotografia de Warren Apel)

Por volta do ano 3200 a.C., aparecem comunidades de avançado grau de civilização no centro do Oriente - Egipto e Mesopotâmia - conhecedoras da técnica de utilização do adobe com o ladrilho cozido ao sol, a pedra não era desconhecida mas simplesmente naquele local não havia suficiente, que lhes permitiu desenvolver métodos construtivos estruturais em forma de arco e abóbada, traduzindo uma das maiores evoluções do processo de construção [Nunes, 1997].

Época Romana

São mais tarde os Romanos entre o séc. I a.C. até ao séc. V d.C., que não sendo os inventores do arco, os responsáveis pelo seu desenvolvimento e pela utilização em grande escala. A execução da enorme rede de vias romanas levou à construção de milhares de pontes de pedra por todo o seu império, erigindo pontes de vãos cada vez maiores, criando estruturas e edifícios de dimensões monumentais. Para além das pontes os Romanos utilizaram em grande escala o arco na construção de aquedutos para abastecerem as suas cidades de água. É nesta altura que se propaga o arco de volta perfeita, semi-circular e assente em pilares (figura 2.4), que será também uma das características do estilo Românico e do Renascimento.

É característico desta altura também a robustez dos pilares onde apoiavam os arcos.

Os romanos com o tempo foram desenvolvendo várias técnicas, uma das usadas era construir os pilares um de cada vez, com o intuito de reutilizar os cimbres de madeira. Outro método de rentabilização dos cimbres era o suporte destes nos próprios pilares e a construção de um número limitado de anéis de num arco de cada vez, reduzindo a espessura necessária para o cimbre.

As pontes construídas nesta época são reflexo da sociedade Romana. São testemunho da organização deste povo onde a eficácia era uma das chaves do seu sucesso.

No início da era cristã, surgem no Império Romano uma série de pontes em arco de pedra com vãos até 30 metros, tendo algumas dessas pontes chegado aos nossos dias em razoável estado de conservação.



Figura 2.4 - Ponte velha de Gimonde, Bragança

Idade média

No séc. VI d.C. começa-se a entrar na idade média que dura até ao séc. XV d.C..

O início desta idade é determinada pela decadência do Império Romano, com ele perderam-se ou caíram em desuso a enorme rede de estradas a partir das quais as colunas de legionários mantinham o controlo territorial.

Inicia-se então um período de estagnação na construção de pontes.

Durante um longo período, a capacidade técnica dos profissionais de construção civil vai-se atrofiando progressivamente, pois, não têm encomendas nem estímulos, exceto na construção de edifícios religiosos.

No primeiro período da Idade Média verificou-se a preocupação pela reconstrução de estradas, pontes e outras edificações para o que eram precisos artesãos e artistas. São então os monges que transmitem os ensinamentos que mantiveram para construir os seus templos.

Do estudo das formas das pontes medievais depreende-se que os monges construtores foram grandes mestres que tentaram conservar as magníficas obras romanas, antigas estradas, fortificações, pontes e aquedutos espalhados pela generalidade do Continente Europeu [Nunes, 1997].

No Extremo Oriente, do invento do arco beneficiaram também os Chineses que se debatiam constantemente com a necessidade de repararem as suas pontes, maioritariamente construídas em madeira.

Na China, durante a Dinastia Tang (618-907) surgem as primeiras pontes em arco e os primeiros registos sobre o seu desenvolvimento. É, no entanto, durante a Dinastia Sui (518-619) que é construída a mais famosa e antiga, ainda existente, ponte em arco com um único vão, a Ponte de Zhaozhou (figura 2.5) construída entre os anos de 595 e 605 d.C. Com mais de 1400 anos de existência, a sua construção é atribuída a Li Chun e está implantada na província de Heibei, no norte do país. Esta ponte tem 37m de vão e 64,4m de comprimento, foi a primeira no mundo a utilizar como vão central um grande arco entre dois pequenos arcos laterais, permitindo assim que esta se ajustasse aos solos plásticos existentes na zona. As suas finas lajes de pedra foram juntas com recurso a gatos de ferro de forma a evitar o colapso do arco [Rodrigues, 2011].



Figura 2.5 - Ponte Zhaozhou, China [Rodrigues, 2011]

Voltando à Europa, foi com a ascensão de príncipes e bispos ao poder, através da organização da sociedade em volta do clero e da nobreza, que surgiram de novo pontes de grande importância nas cidades, juntamente com as catedrais no interior das zonas muralhadas que circundavam e protegiam o centro das cidades.

Constróem-se dois tipos de ponte nesta época, um de caráter religioso e outro de caráter militar. As primeiras construídas pelo clero inseridas em rotas de peregrinação e as segundas construídas com objetivos defensivos, sendo comum encontrar torres de vigia e defesa na sua estrutura principal [Grandjean, 2009].

A construção de castelos, igrejas e catedrais, fez evoluir a tecnologia da construção em alvenaria. A necessidade de transporte de matéria-prima para os locais de construção impulsionou a criação de uma boa rede de transportes. Surgem então as primeiras pontes com arco quebrado. Esta nova forma permite uma construção mais leve, mais barata e mais eficiente [Rusnak et al., 2001, cit. por Santos, 2008].

A sabedoria da construção de pontes era por esta altura detida quase exclusivamente pela Igreja. O próprio Papa era o líder da Faculdade de Construção de Pontes para monges, conhecido como *Pontifex Maximus*, nome que provinha já da época Romana, significando “mestre construtor de pontes”. Algumas das pontes mais arrojadas cuja construção não foi atribuída à igreja, denominaram-se “pontes do diabo” [Huerta, 2006, cit. por Santos, 2008].

A geometria atribuída às pontes desta natureza era caracterizada pela irregularidade em termos de perfil longitudinal, arcos com diferentes vãos e flechas, tabuleiro não horizontal, arcos quebrados e eventual assimetria [Huerta, 2006, cit. por Santos, 2008].

As pontes desta época são, de forma geral, caracterizadas pela sua robustez e sobriedade, mais pitorescas que as pontes romanas, revelam algo de fantasia.

Idade Moderna

A Idade Moderna ou Renascimento vai do séc. XVI d.C. até ao séc. XVIII d.C., este período é caracterizado pelo nascimento da ciência moderna. Foi o resultado da investigação e enorme curiosidade de grandes nomes como Da Vinci, Brunellechi, Miguel Ângelo, Copérnico, Bruno, Galileu, Francis Bacon, Isaac Newton, Josephe Lagrange, Carl Gauss entre outros, cujo conhecimento era ilimitado, para eles não existiam fronteiras.

Estes génios do Renascimento, diziam-se famosos artistas, arquitetos, engenheiros, músicos, etc., tomavam, como dizia Bacon, o mundo inteiro por pátria.

Embora se tenha tratado de um período de grandes avanços e descobertas científicas, a construção evoluiu pouco, seriam precisos dois séculos para que os conhecimentos se divulgassem.

O período renascentista foi marcado pela introdução de novas formas geométricas na construção de arcos, como a elipse, a catenária ou o arco policêntrico [Kahlow, 2001, cit. por Santos, 2008].

Uma ponte famosa construída nesta época é a “Pont Royal” (figura 2.6), situada em Paris e concluída em 1689, este exemplar foi construído para substituir uma de madeira. O homem encarregado da sua construção foi Jules Gabriel, que era o pai de Jacques Gabriel que viria a ser o primeiro engenheiro encarregado da École de Ponts et Chausseés.

Nela se observa já uma grande evolução das teorias estruturais, um desenho esteticamente mais agradável e uma maior economia nos materiais, tendo a versatilidade do pensamento renascentista estabelecido a ideia do construtor como a soma dos conhecimentos artísticos, arquitetónicos e científicos.

Os homens aprenderam a trabalhar unidos para bem da comunidade, a qualidade dos trabalhos de cantaria e carpintaria melhoraram notavelmente [Nunes, 1997].



Figura 2.6 - Ponte Royal, Paris (fotografia de Mathieu Clabaut)

Idade Contemporânea

É nesta época que se dá a revolução industrial e que vai mudar completamente a forma de construir pontes. Apesar de no início desta época já existir conhecimento para construir pontes de estrutura metálica, o custo deste material impedia a sua aplicação em grande escala, o que leva a que se opte pela construção de pontes em alvenaria.

Assim, a partir do séc. XVIII d.C. um pouco por toda a europa se foram construindo pontes em arco de alvenaria de pedra, com a escola francesa a constituir sem dúvida uma referência incontornável na construção destas pontes.

Em 1 de Fevereiro de 1716 foi fundado em Paris, no reinado de Luís XV, o primeiro departamento civil de organização governamental, para o desenvolvimento científico da construção de pontes - Le Corp des Ponts e Chaussées. Os projetos de todas as estradas, pontes e canais de França teriam de ser aprovados por este corpo de engenheiros graduados na Escola de Paris.

Este interesse em promover a ciência prática e aplicá-la à construção, é caraterística do séc. XVIII - Idade da Razão. A arquitectura separou-se da engenharia. Em 1747 foi criada em Paris a primeira Escola de Engenharia do mundo, a histórica École de Ponts et Chaussées.

A mestria francesa na construção de pontes em arco de alvenaria de pedra atinge o seu ponto mais alto com os trabalhos de Jean-Rodolphe Perronet. Fundador e diretor da “École des Ponts et Chaussées” durante 47 anos, ele foi o “pai espiritual” de numerosos engenheiros que se inspiraram no seu exemplo. Do seu vasto curriculum de pontes, constam obras como a “Pont de Neuilly”, a “Pont d’Orléans” e a “Pont de la Concorde” (figura 2.7) conseguiu alcançar uma relação flecha/vão de 1/8 para vãos de 31 metros [Costa, 2007].



Figura 2.7 - Ponte de la Concorde (fotografia de Giraud, Patrick)

A partir do séc. XIX, com o desenvolvimento dos caminhos de ferro a construção de pontes em alvenaria continuou em grande escala. Mas a construção de estruturas metálicas evoluía a grande ritmo e aos poucos esta passou a ser uma opção, inicialmente eram feitas estruturas mistas, com vigas metálicas reticuladas apoiadas em pilares de alvenaria. Algumas destas viriam mais tarde a ser substituídas por pontes em arco de alvenaria, devido ao aumento do peso das locomotivas a vapor cada vez maiores.

Será na entrada do séc. XX que serão construídas as derradeiras e mais imponentes pontes em arco de alvenaria. A partir daqui, devido à redescoberta do betão e graças à fabricação de cimento artificialmente, as estruturas de betão armado tornam-se cada vez mais uma solução, devido à economia e facilidade de construção que proporcionavam em relação às estruturas de alvenaria de pedra.

2.2. Pontes em arco de alvenaria no distrito de Bragança

Para se entender a evolução da construção das pontes em arco de alvenaria no distrito de Bragança tem-se que obviamente, recorrer à história das estradas das quais fazem parte.

Na Lusitânia, antes da ocupação romana, existia já uma vasta rede de canadas abertas por pastores e comerciantes, garantindo aos primeiros a transumância de gados e aos segundos as ligações inter-regionais e a ligação do interior com os caminhos fluviais e marítimos.

Estes primitivos trilhos, com calçadas ciclópicas, especialmente nas zonas alagadiças ou fortemente inclinadas, não teriam mais do que a largura necessária à circulação de animais e carros rudimentares.

Com a chegada dos Romanos, em 80 a.C., conscientes da importância das vias terrestres, ao nível militar e social, da integração dos contatos com as cidades, procuraram melhorar os caminhos existentes, o que poderá considerar-se o primeiro esforço no sentido de criar vias circuláveis.

Nas estradas romanas podem destacar-se duas características fundamentais: por um lado, o traçado incluía uma meticulosa preparação, sendo o mais reto possível enfrentando obstáculos, sobretudo cursos de água; por outro, a adoção de pavimentos suficientemente robustos, permitindo circulações rápidas e de baixos custos de conservação [Nunes, 1997].

Como se pode ver na figura 2.8, os Romanos tinham uma rede de estradas considerável no distrito de Bragança. É por isso, e devido às condições topográficas do terreno que existem bastantes pontes construídas por eles no distrito.

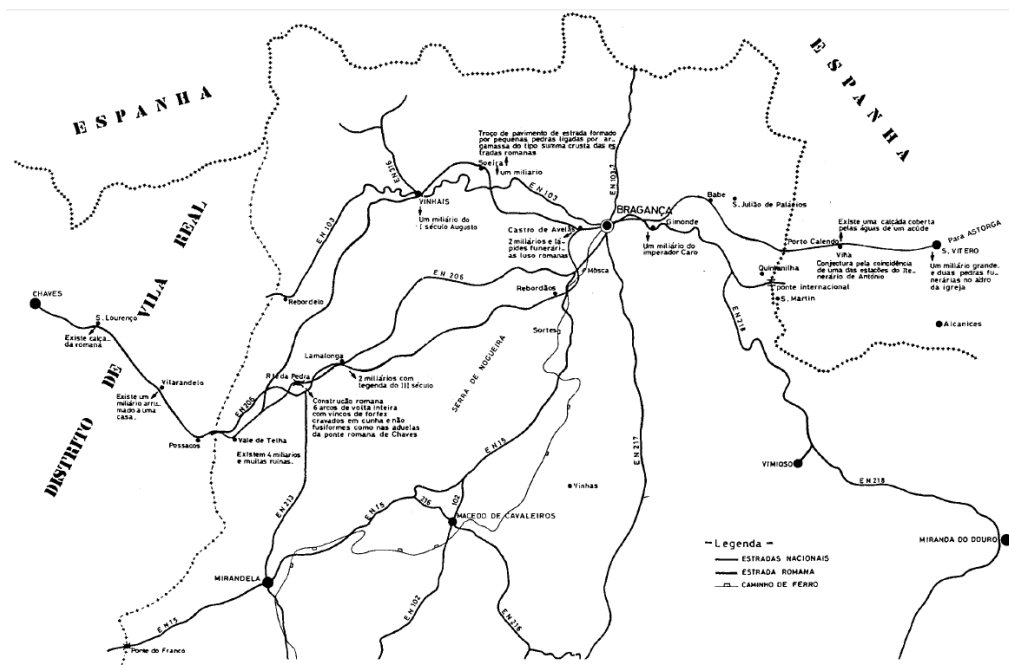


Figura 2.8 - Carta itinerária das estradas romanas e suas variantes dentro do distrito de Bragança e regiões confinantes [Nunes, 1997]

Na idade média com a formação do Reino de Portugal pouca atenção foi prestada aos caminhos e a degradação acentuou-se, sendo as únicas estradas ainda utilizáveis, especialmente no período de inverno, as ancestrais calçadas Romanas.

Com o incremento das trocas comerciais ao longo dos séculos XIII e XIV e a criação de inúmeras feiras por todo o território ressurto o movimento de caminhos do reino, mais na região de entre Douro e Minho [Nunes, 1997].

O desenvolvimento das vias de comunicação internas preocupava a elite política do país já desde o séc. XVIII, pois acreditava-se que o atraso económico advinha da dificuldade de livre circulação de pessoas e bens decorrentes do mau estado da rede viária. Todavia, a política de fomento das obras públicas apenas viria a ter a sua expressão mais significativa no séc. XIX, especialmente após a Regeneração (1851), quando se logrou obter alguma pacificação política.

No início do século XIX, as estradas existentes em Portugal eram de má qualidade e os transportes antiquados. Em 1852, com a criação do Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria renovou-se a aposta nos chamados melhoramentos materiais, a qual, dois anos

antes conhecera um importante apoio através da instituição de uma nova contribuição especial para as estradas, da tributação de 15% sobre as décimas predial, de juros e industrial e do imposto de criados e cavalgadura (diário do Governo, 30 de Julho de 1850). O Ministério constituiu-se a partir de então, como o centro organizador de uma política de fomento, que se prolongaria até 1890, e que teve o seu mais carismático protagonista na figura do ministro Fontes Pereira de Melo [LNEC, 2002].

A construção da estrada de Vila Real a Bragança foi lenta, durou 25 anos (1851 a 1876); as dificuldades foram muitas, desde os meios financeiros aos meios humanos. Vários concursos públicos para a realização dos trabalhos foram anulados por conterem preços muito elevados, obrigando a execução por administração direta. Por Portaria de 28 de Outubro de 1865, foi determinada a transferência de pessoal técnico de outros distritos (Braga, Viana, Viseu, Santarém e Faro) para o de Bragança para dar maior desenvolvimento aos trabalhos de viação do distrito, dado o pessoal técnico se achar reduzido a um engenheiro [Nunes, 1997].

A década de 80 do séc. XIX pautou-se por uma forte aposta na rede de estradas e, entre 1884 e 1900 assistiu-se a um grande investimento, que permitiu acrescentar cerca de cinco mil quilómetros à estrutura viária pré-existente [LNEC, 2002].

2.3. Composição da estrutura de uma ponte em arco de alvenaria de pedra

O sistema estrutural das pontes em arco de alvenaria de pedra é constituído essencialmente por dois tipos de materiais: a alvenaria e o material de enchimento. Trata-se de materiais heterogéneos, anisotrópicos, em certos casos contendo descontinuidades, com comportamento complexo, geralmente, com reduzida resistência à tração [Costa, 2009].

A estrutura principal em alvenaria é constituída por associação de blocos de pedra (regular ou irregular), ligados entre si por argamassa ou simplesmente aparelhados, que materializam as fundações, pilares, arcos, muros de tímpanos e encontros, o seu funcionamento é baseado essencialmente na gravidade. É comum em muitas pontes, principalmente de xisto, não existir pedra talhada, a estrutura da ponte é executada só com pedra aparelhada com argamassa nas juntas.

O enchimento é geralmente constituído por materiais soltos com granulometria extensa, todavia existem sistemas distintos, como o caso das pontes de alvenaria de xisto, em que o material colocado no interior da ponte em certos casos é igual ao dos paramentos exteriores dos tímpanos, podendo contudo o preenchimento do espaço no interior do enchimento não

apresentar a mesma regularidade dos paramentos exteriores, sendo os vazios preenchidos com material de enchimento granular.

A figura 2.9 a seguir mostra a composição da estrutura de uma ponte em arco de alvenaria:

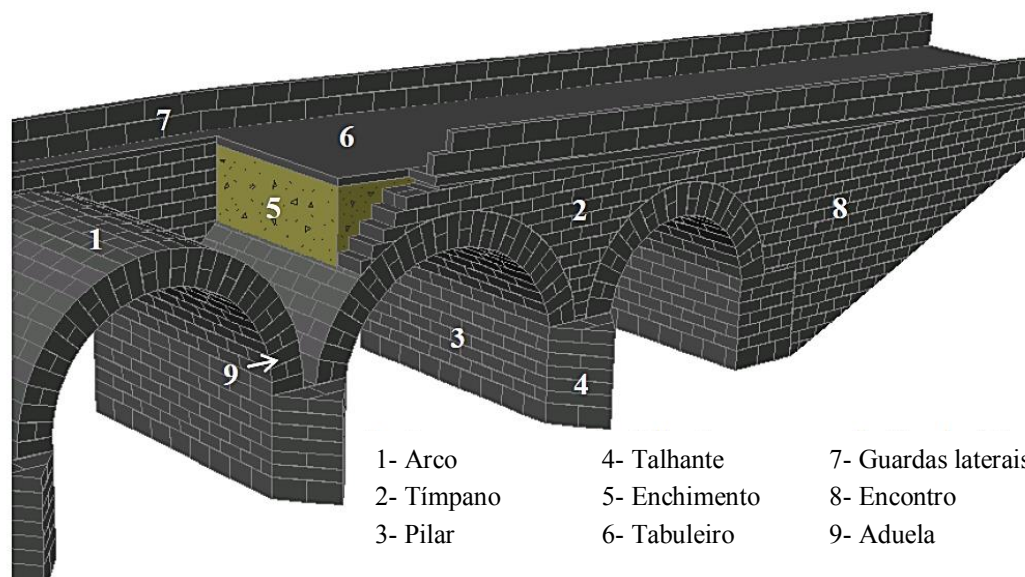


Figura 2.9 - Representação esquemática dos componentes das pontes em arco de alvenaria de pedra [Costa, 2009]

Descrição dos componentes das pontes em arco de alvenaria:

1- Arco: o arco é constituído pela associação de aduelas que juntas dão forma ao mesmo materializando o vão a vencer. A aduela de topo que “fecha” ou trava a estrutura é denominada de chave e pode ser decorada. Os arcos são as estruturas que suportam a maior parte das cargas e ações atuantes na estrutura que as encaminham depois para os encontros ou pilares onde estão apoiados.

2- Tímpano: os tímpanos são os paramentos verticais exteriores construídos em alvenaria sobre os arcos e pilares. Têm como funções servir de cofragem perdida para o enchimento e pavimento, resistir às ações transmitidas por estes elementos e encaminha-las para os arcos e pilares que lhes dão apoio. O interior do tímpano pode ser inclinado ou apresentar degraus de diferentes espessuras, sendo mais espesso junto à base, onde são maiores os impulsos horizontais.

3- Pilar: os pilares constituem os apoios dos arcos, apresentando uma secção geralmente retangular, tendo como função encaminhar as ações que lhes são transmitidas pelos arcos, às fundações, tendo ainda, que resistir às ações que lhes são aplicadas diretamente, como seja o

caso do vento e a ação do escoamento do curso de água. Os pilares fundados no leito do curso de água são protegidos por talha-mares e/ou talhantes, que se referem a seguir, os pilares eram constituídos geralmente por uma secção oca em alvenaria e preenchida com cascalho e solo [Morais, 2012].

4- Talhante: os talhantes ou quebra-mares e quebrantes nas pontes antigas eram geralmente construídos, numa fase posterior, desligados do pilar com a forma triangular a montante e retangular a jusante. Podiam ser construídos totalmente em alvenaria ou ter paredes de alvenaria e material de enchimento no interior. Nas pontes mais recentes é mais comum a construção destes elementos em continuidade com os pilares, apresentando uma forma arredondada.

5- Enchimento: o enchimento é o elemento colocado no espaço sobre os arcos e entre os muros de tímpano, com o objetivo funcional de completar a forma da ponte e constituir a via de atravessamento de veículos e pessoas entre as margens a unir com a ponte. Tem o objetivo estrutural de transmitir as cargas do pavimento para os arcos e tímpanos [Costa, 2009].

6- Tabuleiro: o pavimento ou tabuleiro constitui o elemento sobre o qual circulam as sobrecargas relativas ao tráfego rodoviário, ferroviário e pedonal. Assim, a sua função é facilitar a circulação dos rodados dos veículos e das pessoas, receber as cargas que nele estão aplicadas diretamente e distribuí-las para o enchimento. Era inicialmente constituído por placas de unidades de alvenaria dispostas de forma regular ou irregular mas, atualmente foi substituído em muitas das pontes por lajes de betão armado, sobre as quais são colocados pavimentos betuminosos. As lajes de betão armado serviram na sua maioria, para efetuar o alargamento do tabuleiro, devido às novas exigências provocadas pelo tráfego rodoviário.

7- Guardas laterais: as guardas laterais têm a função de proteção de segurança contra a queda e embate de veículos e pessoas que utilizam a ponte. Estes elementos podem ser de pedra, metálicas ou de madeira, mas o mais usual é serem construídos de pedra [Costa 2009].

8- Encontro: o encontro constitui o apoio do arco nos extremos da ponte, é um maciço composto por três fachadas em muro de alvenaria, que em geral no seu interior tem material de enchimento constituído por terras e cascalho, está assente sobre fundações harmonizadas à topografia do terreno.

9- Aduela: as aduelas são blocos talhados em cunha que materializam o arco, são colocadas em sentido radial com a face côncava para o interior e a convexa para o exterior. As aduelas podem ser constituídas por unidades de alvenaria de material diferente e/ou de maiores dimensões que as utilizadas nos restantes elementos da ponte.

Quanto à tipologia do arco, de acordo com a classificação identificada por Nunes (2009) e compilada por Morais (2012), os tipos de arco mais comuns de encontrar em pontes em arco de alvenaria são os mostrados na figura 2.10.

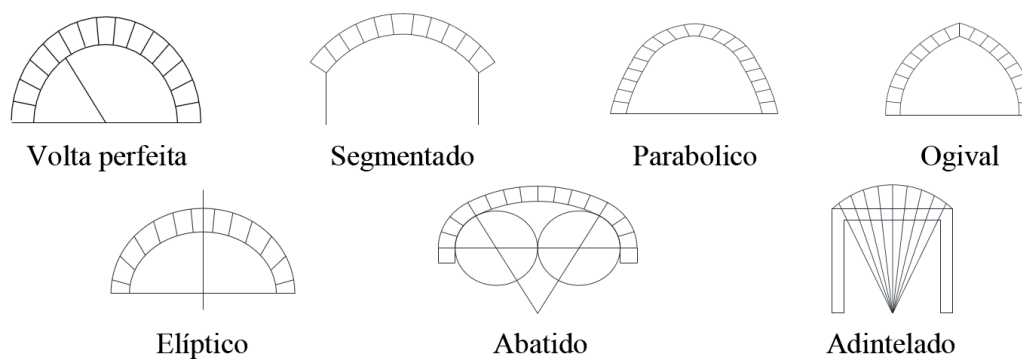


Figura 2.10 - Tipos de arco [Nunes, 2009, cit. por Morais, 2012]

2.4. Evolução do conhecimento da construção de arcos

Nos primórdios da construção das pontes em arco de alvenaria eram exigidas a estas pontes funções estéticas e estruturais que dependiam diretamente dos materiais que havia na zona, mas também da topografia local, dos recursos económicos disponíveis e dos conhecimentos de quem as desenhava e construía.

São muitos os fatores que contribuíram para a evolução da construção de pontes em arco de alvenaria de pedra, a necessidade de comunicação entre as populações, que motivou a construção destas estruturas; o tipo de materiais existentes; a capacidade económica e o progresso das técnicas construtivas entre outros.

As maiores preocupações no dimensionamento das pontes em arco de alvenaria de pedra estavam inicialmente relacionadas com os arcos, nomeadamente ao nível da sua geometria. Verifica-se agora que o colapso do arco não ocorre por esmagamento das unidades de alvenaria (uma vez que o valor das tensões normais máximas é geralmente reduzido) nem por deslizamento entre aduelas contíguas, mas sim por falta de equilíbrio quando a linha de impulso deixa de ficar contida na secção transversal do arco.

O dimensionamento de arcos pode ser dividido em dois tipos de análise: tradicional e moderna:

- A evolução da análise tradicional pode ser subdividida em quatro grupos:

- i. Uso de regras empíricas baseadas em proporções geométricas até ao século XVII e melhoradas até ao início do século XX;
- ii. Uso de algoritmos algébricos e geométricos entre o final do século XVII e a primeira metade do século XIX, baseados no cálculo estático de mecanismos de colapso em arcos;
- iii. Uso de algoritmos algébricos e gráficos simplificados com base nos métodos anteriores, desenvolvidos no início do século XIX, recorrendo a coeficientes calibrados por investigação experimental;
- iv. Uso de métodos gráficos baseados na linha de impulso desenvolvidos durante a segunda metade do século XIX.

- A análise moderna refere-se à adaptação, no final da primeira metade do século XX, do método gráfico da linha de impulso à análise limite com posterior análise numérica. Esta foi possível devido ao desenvolvimento de meios computacionais: método dos elementos finitos e método dos elementos discretos [Morais, 2012].

No âmbito deste trabalho vai-se abordar a análise tradicional, com uso de regras empíricas para comparar com as características geométricas de um conjunto de pontes no distrito de Bragança.

A base destas regras empíricas está na determinação da espessura do arco na chave, que nunca pode ser inferior a um certo valor, sobre a qual se torna impossível construir arcos estáveis.

Personalidades que mais se destacaram

Faz-se de seguida uma descrição cronológica de como as técnicas e conhecimento empírico da construção de pontes em arco de alvenaria, se foram desenvolvendo ao longo do tempo desde que há registos bibliográficos.

L. B. Alberti (1452), criou o primeiro documento sobre como construir pontes em arco de alvenaria em formato de Tratado de Arquitetura, com o título “De Reaedificatoria”, apresentado ao Papa Nicolau V em 1452. Este documento procurava dar uma explicação para

o comportamento estrutural de um arco e realça a importância da distribuição da massa na consideração da estabilidade de um arco.

É visível neste tratado a mentalidade, ainda medieval, que norteava o projeto dos arcos, baseando-se essencialmente na geometria, estabelecendo proporções geométricas entre os elementos. Alberti propôs nesta época que a espessura na chave do arco deveria ser $1/10$ do vão do arco, a largura dos pilares deveria variar entre $1/6$ e $1/4$ do vão ou ter uma largura de $1/4$ da altura total da ponte, como mostra a figura 2.11.

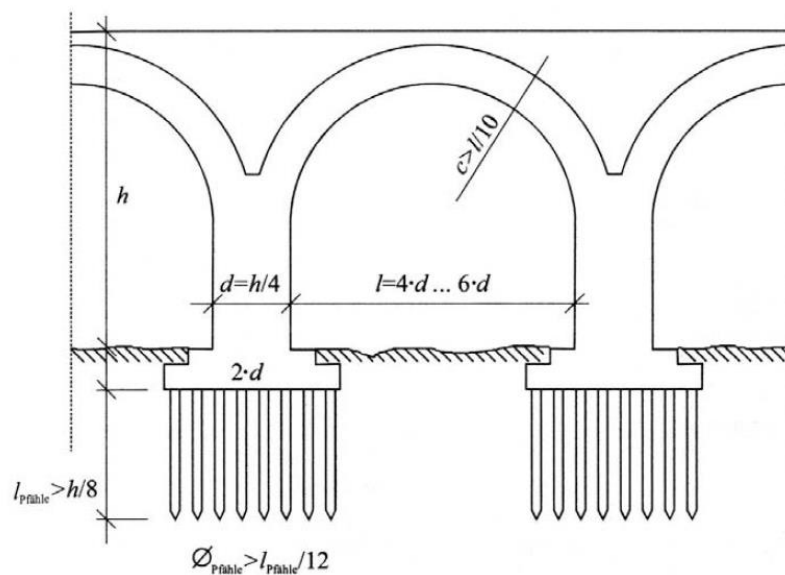


Figura 2.11 - Regras empíricas propostas por Alberti [Grandjean, 2009]

Numa outra recomendação, refere que as juntas devem ser radiais. Este conselho vem já de Vitruvius, com uma justificação lógica no tempo dos romanos, que faziam os arcos de forma simples e radiais. No entanto, na época gótica existe já uma enorme variedade de arcos cujas formas dificilmente se adequam à execução de juntas radiais.

As regras estabelecidas neste tratado irão constituir a doutrina oficial para o desenho de pontes que irá perpetuar-se até meados do séc. XVIII. Naturalmente ao longo de todos esses anos foram sendo construídas pontes fora das recomendações de Alberti. Perronet irá ser o primeiro a questionar por escrito as regras para dimensionamento dos apoios dos arcos, particularmente quando se tratava de arcos rebaixados [Costa, 2007].

Palladio (1570), apresenta um tratado de arquitetura com o nome “I quattro libri dell’ architettura” publicado em Veneza em 1570. Este vai ser um dos tratados mais influentes no desenho de arcos. Nele questiona a antiga regra do terço de vão para a largura dos pilares, por

considerá-la demasiado conservativa. Para evidenciar este facto, Palladio reúne uma série de dados sobre pontes reais e mostra a partir das respetivas dimensões que esta regra estava já claramente ultrapassada [Costa, 2007].

Gautier (1714), realizou os primeiros ensaios sobre arcos constituídos por aduelas de madeira em modelos físicos reduzidos, que iriam aumentar os conhecimentos sobre os mecanismos de colapso [Nunes, 2009].

Apresentou nesta época, um tratado de construção de pontes, onde define regras e proporções excessivamente conservadoras na maioria das situações, sobre a geometria dos arcos, dos encontros e dos pilares. Apresentou uma razão entre a espessura do arco e o quadrado do vão, igual a $1/18$. Para a largura dos pilares propõe a antiga regra empírica de $1/5$ do vão.

Fixou ainda, cinco problemas relativos a arcos de alvenaria que requeriam uma resolução: 1) espessura dos encontros; 2) dimensão dos pilares relativamente ao vão; 3) espessura das aduelas junto à aduela de fecho; 4) forma do arco e 5) dimensão dos muros de suporte de terra [Morais, 2012].

Couplet (1729), publica duas memórias, uma em 1729 que estuda as linhas de impulso baseado na hipótese de atrito nulo entre aduelas. A segunda em 1730, sobre impulso dos arcos que é o seu melhor trabalho científico.

Na primeira obra afirma, que apesar de considerar o atrito entre as aduelas nulo, sendo falsa esta hipótese, todos os autores que o precederam também a admitiram, e que desta forma poderia comparar os resultados sem deslizamento e com deslizamento entre aduelas.

Na segunda obra, fala sobre o impulso dos arcos, onde admite que o atrito entre aduelas é suficiente para impedir o deslizamento e, embora não o explicita de forma clara, considera que a pedra trabalha com níveis de tensão suficientemente baixos para que se possa considerar desprezável o perigo de rotura da pedra à compressão e que a sua resistência à tração é muito baixa. Estão desta forma identificadas as premissas que permitem aplicar a teoria de análise plástica convencional às estruturas em arco de alvenaria.

Couplet preocupa-se inicialmente, em determinar a espessura mínima de um arco semi-circular sujeito apenas ao seu peso próprio. Segundo ele, o arco colapsará dividindo-se em quatro partes unidas entre si por articulações. Através de considerações de equilíbrio sobre o mecanismo de colapso e considerando as articulações a 45° , encontra-se uma equação cúbica

que relaciona a espessura do arco com o seu raio. A resolução numérica desta equação permitiu obter para a relação espessura-raio o valor $t/r = 0,101$.

Este engenheiro do séc. XVIII contribuiu assim, de forma notável para o desenvolvimento do estudo dos arcos de alvenaria. Tinha ideias claras sobre linhas de pressões e mecanismos de colapso originados pela formação de articulações, estabeleceu explicitamente as simplificações introduzidas nas suas análises e utilizou as suas ideias para obter soluções essencialmente completas e corretas para o problema do cálculo de arcos de alvenaria. O seu trabalho teve um impacto imediato, encontrando-se descrito em trabalhos posteriores, por exemplo, de Frézier [Costa, 2007].

Perronet (1768), engenheiro francês do séc. XVIII, foi fundador e diretor da “École des Ponts et Chaussées”, revolucionou o projeto e a construção de pontes,. Em 1750, apresentou umas tabelas para cálculo de pontes em arco circulares e arco de três centros, que vai ter uma grande difusão entre os engenheiros da segunda metade do séc. XVIII.

É ele que constrói a ponte de Neuilly estabelecendo para a dimensão dos pilares intermédios um valor correspondente a 1/11 do vão, tirando assim partido da realização simultânea dos cinco arcos e da compensação ao nível de cada pilar dos impulsos horizontais provenientes dos arcos adjacentes.

Melhora também as técnicas de descimbramento dos arcos (figura 2.12) e estabelece uma regra para a espessura da aduela de fecho que reduz significativamente os valores de Gautier. A sua fórmula foi muito utilizada para orientar construtores que lhe sucederam (Dupuit, 1870), no entanto não apresenta grande fiabilidade em arcos de raio de grande dimensão. Gauthey (1809) havia tentado resolver este inconveniente, propondo abandonar esta fórmula para arcos com vãos superiores a 16m, utilizando fórmulas em função da abertura do arco [Costa, 2007].

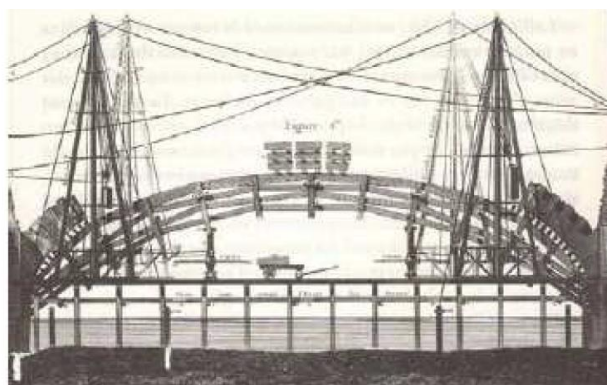


Figura 2.12 - Cimbra para apoio do arco em fase construtiva [Perronet, 1987, cit. por Lemos, 2009]

Coulomb (1773), físico francês e engenheiro militar retoma o estudo do comportamento dos arcos, tendo como referência os trabalhos de La Hire e Belidor.

O seu principal trabalho apresentado em 1773, consistiu na compilação da grande parte do conhecimento existente à data sobre este tema, pelo que se tornou uma referência do ponto de vista histórico e científico.

Depois de iniciar os seus estudos analisando o arco sem atrito, Coulomb confirma que “...a rugosidade é frequentemente tão elevada, nos materiais que se usam na construção dos arcos de alvenaria, que as aduelas nunca podem deslizar umas sobre as outras...”, ou seja, o atrito entre aduelas é suficiente para que a rotura não ocorra por deslizamento, podendo apenas ocorrer o colapso através da formação de um número suficiente de rótulas alternadas entre o intradorso e o extradorso do arco, figura 2.13 [Costa, 2007].

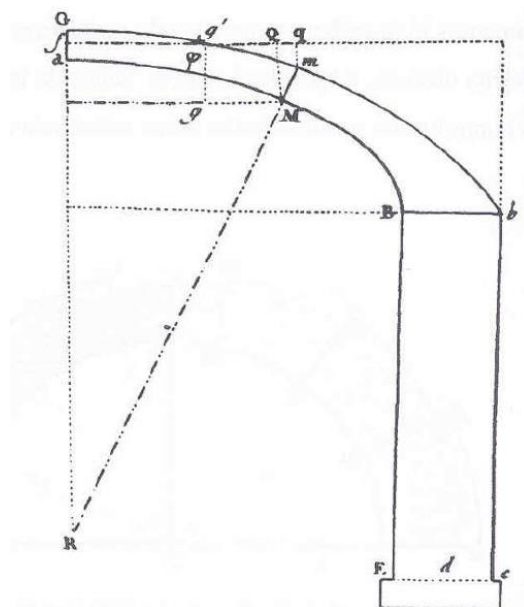


Figura 2.13 - Modelo de Coulomb para análise de arcos [Gago, 2004, cit. por Costa, 2007]

Coulomb propõe uma distância de 5% da espessura da aduela entre o contorno da secção e a linha de impulso numa rótula para que não se verifique esmagamento de material. No caso de surgirem duas rótulas em juntas consecutivas, pode considerar-se, para efeitos de análise, apenas uma delas, de forma indiferente. Corrigiu um erro de Couplet que colocou as rótulas a 45° do apoio. Utilizando cálculo diferencial concluiu que a rótula se forma a 31° do apoio, o que faz incrementar ligeiramente o valor mínimo da relação espessura/altura do arco de $t/r = 0,101$ para $t/r = 0,106$ [Costa, 2007].

A investigação de Coulomb na estabilidade dos arcos permitiu concluir da necessidade de verificar por um lado o escorregamento relativo entre aduelas e por outro a possibilidade

de uma rotação relativa entre aduelas. Através de considerações sobre o equilíbrio estático de uma parcela de um arco simétrico (figura 2.14), verifica que se o impulso horizontal “P” for suficientemente pequeno, o corpo acima da junta crítica sofrerá rotação em torno do ponto “M” no intradorso do arco. De forma inversa, se o impulso aumentar até atingir um valor limite, o bloco superior à junta crítica terá um movimento ascencional em torno do ponto “m” no extradorso do arco [Costa, 2007].

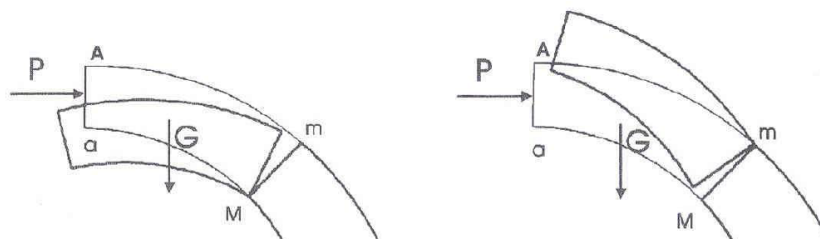


Figura 2.14 - Mecanismos limite considerados por Coulomb [Gago, 2004, cit. por Costa, 2007]

Rankine (1862), apresentou a regra empírica mais magnânima, sendo de todos os autores aquele que propunha as menores espessuras de arco em função do vão a vencer.

Salientou a importância do efeito favorável do enchimento no extradorso dos arcos para a estabilidade global. Defendeu que, para poder considerar o efeito favorável do enchimento, o vão efetivo dos arcos deveria corresponder ao vão entre as secções de colapso. Só aproximadamente 60 anos mais tarde iriam ser realizados ensaios em arcos com enchimento a fim de confirmarem o seu efeito favorável [Morais, 2012].

Rankine é o primeiro autor a introduzir o conceito de linhas de pressão nos arcos, com base na teoria elástica, e a concluir que estas devem estar inseridas na seção transversal do arco [Grandjean, 2009].

Dupuit em 1870, inverte a tendência que se vinha a verificar nos últimos tempos, de diminuir cada vez mais a espessura do arco em função do vão, e apresenta uma nova fórmula empírica.

Mas a sua fórmula apresentava limitações relacionadas com o facto da evolução da função ser do tipo parabólico, já que não é possível descer abaixo da pressão mínima no topo do arco, uma vez que a pressão na alvenaria poderia provocar fenómenos de rutura por compressão dos materiais mesmo antes do colapso do arco [Lemos, 2009].

Croizette-Desnoyers (1885), mostrou que as fórmulas de Dupuit levam, em geral, a determinar espessuras superiores às que são normalmente adotadas na construção de pontes. Isto levaria a confirmar, segundo o especialista francês, a utilidade das suas fórmulas na medida em que estas são uma garantia de solidez. Por outro lado, os engenheiros franceses do séc. XVIII e XIX mostraram ter espírito inovador e perspicaz ao construírem pontes em alvenaria de dimensão superior às que referem as suas fórmulas [Corradi, 2001, cit. por Lemos, 2009].

Séjourné (1914), formidável engenheiro francês, levou as pontes de pedra a uma dimensão inimaginável, embora o tenha feito com um certo anacronismo [Corradi, 2001]. Situando as suas principais intervenções na transição do séc. XIX para o séc. XX, percebe-se que o período áureo das pontes em alvenaria teria já dado lugar ao ferro e início do betão armado como materiais de eleição na construção das pontes [Lemos, 2009].

A sua obra “Construction des Ponts du Castelet Lavour et Antoinette”, renovou as técnicas de construção, construiu a ponte Adolphe no Luxemburgo entre 1900 e 1903. Expondo a sua mestria, as suas regras passam a ser seguidas por inúmeros construtores.

Séjourné apresenta também fórmulas para dimensionamento de pilares delgados, propondo que a largura destes varie entre 1/4 até 1/10 do vão, para abóbadas muito abatidas e intradorso dos arcos em “asa de cesto” de três, cinco e até dez centros, até se atingir a forma elíptica [Costa, 2007].

As figuras 2.15 e 2.16 mostram a ponte de Sidi Rached Constantine, na Algéria construída em 1912 por Séjourné, sendo o vão maior muito semelhante ao da ponte Adolphe, embora um pouco mais pequeno que este, construída pelo mesmo no Luxemburgo.



Figura 2.15 - Vão maior da ponte de Sidi Rached Constantine na Algéria (fotografia de Amina T.)



Figura 2.16 - Visão geral da ponte de Sidi Rached Constantine na Algéria (autor desconhecido)

Em 1887, J. Dubosque, engenheiro superior de “Ponts et Chaussées” e antigo chefe do departamento de obras da companhia do norte do Ministério dos Trabalhos Públicos, da Guerra e do Interior de França, publica o livro “Études Théoriques et Pratiques sur les Murs de Soutènement et les Ponts et Viaducs” [Dubosque, 1887]. Neste livro faz um resumo, apresentando as regras de dimensionamento de muros de suporte e pontes em arco de alvenaria aplicadas na altura, focando-se nas regras empíricas de Déjardin (1845), Lesguillier (1855) e Croizette-Desnoyers (1885). Segundo este autor, para arcos semi-circulares, onde o raio é constante, a espessura do arco na chave é dada pela expressão, adotada por vários construtores antigos, com a seguinte forma:

$$t = m + n \times R \quad (2.1)$$

Em que:

t - espessura do arco na chave

m - coeficiente correspondente à espessura mínima do arco na chave

n - coeficiente multiplicador

R - raio do arco

Os coeficientes m e n serão determinados empiricamente analisando os arcos existentes do mesmo tipo. Segundo as regras de Déjardin m nunca poderia ser inferior a 0,30 e para n era conveniente adotar a 0,10.

Contudo o coeficiente $m=0,30$, não foi admitido por todos os construtores e Croizette-Desnoyers reduziu a metade este valor, e Lesguillier foi ainda mais longe e reduziu-o a 0,10.

Dubosque diz também, que a determinação da espessura do arco na chave através de procedimentos empíricos não tem nada de absoluto, constituindo este método um meio de pré-dimensionamento, e que depois é necessário verificar a estabilidade do arco, através da estática gráfica, como por exemplo o método das linhas de pressão dos esforços atuantes no arco.

Para além de compilar e comparar, nesta obra, as regras de Déjardin, Lesguillier e Croizette-Desnoyers, sugere uma nova fórmula derivada da de Déjardin, a que chama Déjardin modificada. Nesta fórmula propõem um $m=0,15$ e $n=0,10$.

Nesta obra, introduz ainda variações nas fórmulas anteriores, caso se pretenda construir pontes que estejam sujeitas a grandes sobrecargas.

Dubosque apresenta também, uma formula geral, dizendo ser a proposta por diversos engenheiros franceses da época, não especificando quais, que dá a espessura do arco na chave em função do vão e da altura de enchimento sobre o extradorso do arco na chave, utilizando materiais de construção com resistência média.

$$t = 0,12 + 0,03 \times D + \sqrt{h}/10 \quad (2.2)$$

Em que:

t - espessura do arco na chave

D - diâmetro ou abertura do arco

h - altura de enchimento

2.5. Regras empíricas históricas de construção

Os construtores antigos não possuíam as ferramentas e conhecimentos de que nós hoje em dia dispomos, os arcos eram dimensionados independentemente do material de construção. O dimensionamento dos elementos de um arco era feito recorrendo à observação das pontes existentes com características semelhantes que conduziu ao aparecimento das fórmulas empíricas.

Os construtores antigos basearam-se essencialmente na relação geométrica entre a espessura do arco (t) e da largura dos pilares (W) com o comprimento do vão (s). Com o acumular de conhecimentos ao longo do tempo as técnicas de construção foram progredindo e como consequência as fórmulas empíricas foram sendo cada vez mais refinadas.

Neste trabalho, utilizou-se as fórmulas empíricas que relacionam só a espessura do arco na chave (t) com o vão do arco (s) e a largura dos pilares (W) com a sua altura (H) e vão do arco (s).

No artigo apresentado por Oliveira et al. (2010), são resumidas as fórmulas empíricas dos autores que mais se destacaram, compiladas das obras de Proske (2009), Corradi (2001), Albenga (1930), Campanella (1928) e Brencich (2007). Na tabela 2.1, apresenta-se um quadro resumo com essas fórmulas empíricas históricas. A estas foi acrescentada a fórmula empírica de Déjardin modificada que Dubosque (1887) propõe.

Data	Autor	Arco profundo	Arco abatido
1452	Alberti	$t = s/10$	-
1714	Gautier ($s > 10\text{m}$)	$t = 0,32 + s/15$	-
1777	Perronet	$t = 0,325 + 0,035 \times s$	$t = 0,325 + 0,0694 \times \rho$
1809	Gauthey ($s < 16\text{m}$)	$t = 0,33 + s/48$	-
1809	Gauthey ($16\text{m} < s < 32\text{m}$)	$t = s/24$	-
1809	Gauthey ($s > 32\text{m}$)	$t = 0,67 + s/48$	-
1809	Sganzin	$t = 0,325 + 0,3472 \times s$	-
1845	Déjardin	$t = 0,3 + 0,045 \times s$	$t = 0,30 + 0,025 \times s$
1854	L'Éveillé	$t = 0,333 + 0,033 \times s$	$t = 0,33 + 0,033 \times \sqrt{s}$
1855	Lesguillier	$t = 0,10 + 0,20 \times \sqrt{s}$	$t = 0,10 + 0,20 \times \sqrt{s}$
1862	Rankine	$t = 0,19 \times \sqrt{R}$	-
1870	Dupuit	$t = 0,20 \times \sqrt{s}$	$t = 0,15 \times \sqrt{s}$
1885	Croizette-Desnoyers	$t = 0,15 + 0,20 \times \sqrt{\rho}$	-
1887	Déjardin modificada	$t = 0,15 + 0,10 \times R$	-
1914	Séjourné	$t = 0,15 + 0,15 \times \sqrt{s}$	-

Tabela 2.1 - Relações históricas de dimensionamento da espessura do arco

Em que:

- t é espessura do arco
- s o comprimento do vão
- R o raio do círculo que passa no intradorso do arco
- ρ o raio de curvatura do arco

Na tabela anterior deve-se ter em conta que:

- A fórmula de Déjardin está limitada a arcos profundos com abertura de 60° .
- A fórmula de Lesguillier, é válida, segundo Espitallier, para arcos com um vão superior a 20m ou para arcos abatidos com $r = 1/12 \div 1/6$ [Espitallier, 1920].

As fórmulas apresentadas na tabela 2.1 foram derivadas a partir da análise de pontes em condições muito diferentes, não tendo em consideração a resistência dos materiais constituintes do arco nem da carga aplicada. Estas nem sempre estão em conformidade com os princípios de estática de construção, permitindo apenas obter valores aproximados para a espessura do arco, para uma primeira abordagem [Albenga, 1930].

A intenção dos construtores era a de ter uma garantia preliminar sobre a estabilidade das suas construções e ao mesmo tempo de não sobredimensionarem o arco, o que levaria a um grande gasto de materiais.

No capítulo 3 será esclarecida a diferenciação entre arco profundo e arco abatido.

Apresenta-se no gráfico 2.1, a seguir, a representação gráfica das regras empíricas históricas propostas pelos principais autores para a relação t/s de arcos profundos.

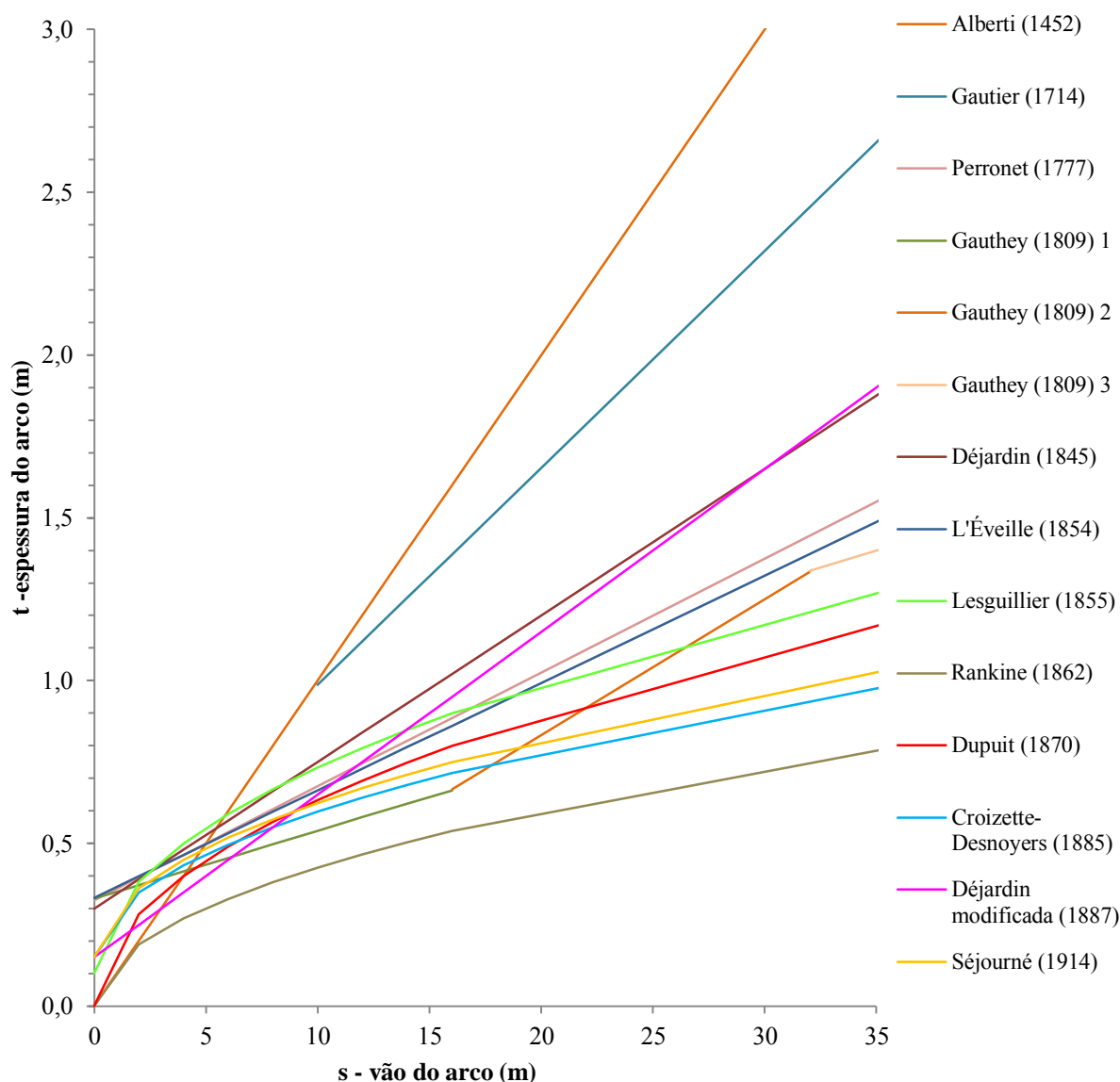


Gráfico 2.1 - Relação t/s para arcos profundos das regras empíricas históricas

Apresenta-se no gráfico 2.2, a seguir, a representação gráfica das regras empíricas históricas propostas pelos principais autores para a relação t/s de arcos abatidos.

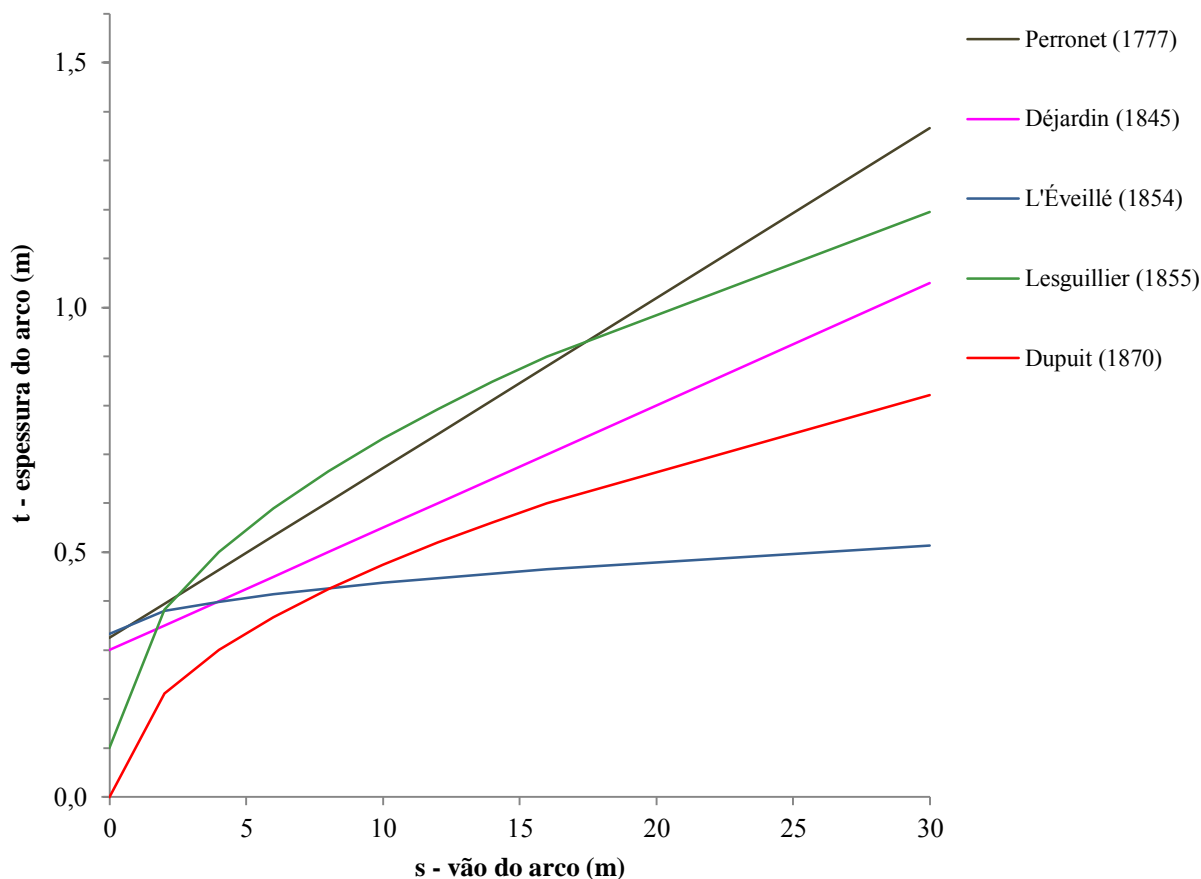


Gráfico 2.2 - Relação t/s para arcos abatidos das regras empíricas históricas

Subentende-se que, não levando em conta a resistência dos materiais, fica excluída a possibilidade de adotar espessuras inferiores, com materiais mais resistentes, enquanto que a análise ao colapso daria unicamente informações sobre a formação de um mecanismo de colapso mais provável, que implica o comportamento cinemático de todo o arco. Na realidade, o aumento da espessura do arco, não tendo como consequência diminuir a pressão relativa a que o material está sujeito, influenciando pouco o seu valor, iria aumentar o valor da pressão na junta de rutura do encontro entre os arcos. A necessidade de manter as dimensões e o peso da ponte encontram-se intimamente relacionados com fatores estéticos e económicos, tornando o dimensionamento da espessura do arco uma questão capital na construção de uma ponte de alvenaria [Dupuit, 1870, cit. por Lemos, 2009].

Largura dos pilares

Alguns dos autores referidos anteriormente também procuraram estabelecer regras empíricas históricas para dimensionar a largura dos pilares de pontes em arco de alvenaria.

A tabela 2.2 mostra as relações históricas de dimensionamento da largura dos pilares (W) em função do comprimento do vão (s) e da altura dos pilares (H).

Data	Autor	Largura do pilar
1452	Alberti	$W = 1/4 \times s$
1452	Alberti	$W = 1/4 \times H_{pilares}$
1570	Palladio	$W = 1/6 \times s$
1681	Simón Garcia	$W = 1/4 \times s$
1717	Gautier	$W = 1/5 \times s$
1768	Perronet	$W = 1/11 \times s$
1886	Séjourné	$W = 1/8 \times s$ até, $W = 1/10 \times s$

Tabela 2.2 - Relações empíricas históricas da largura dos pilares [Lemos, 2009]

Os gráficos 2.3 e 2.4 traduzem as relações anteriormente descritas.

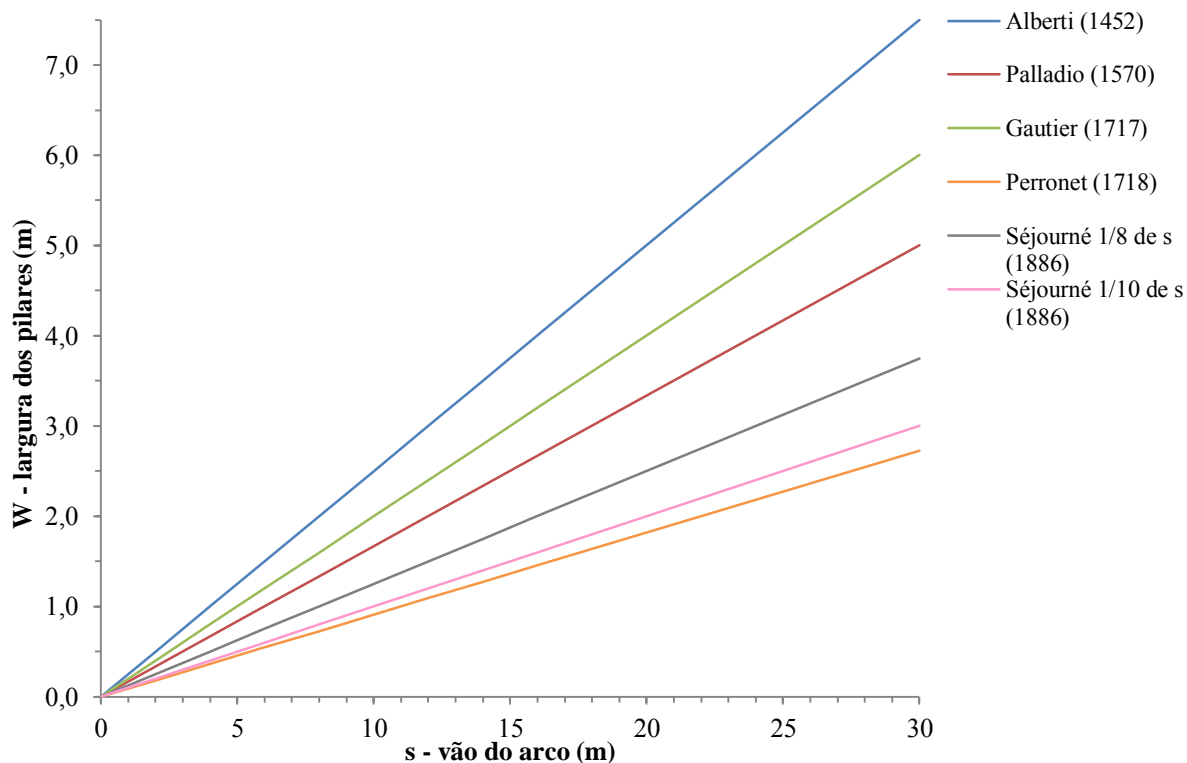


Gráfico 2.3 - Relações geométricas W/s das regras empíricas históricas

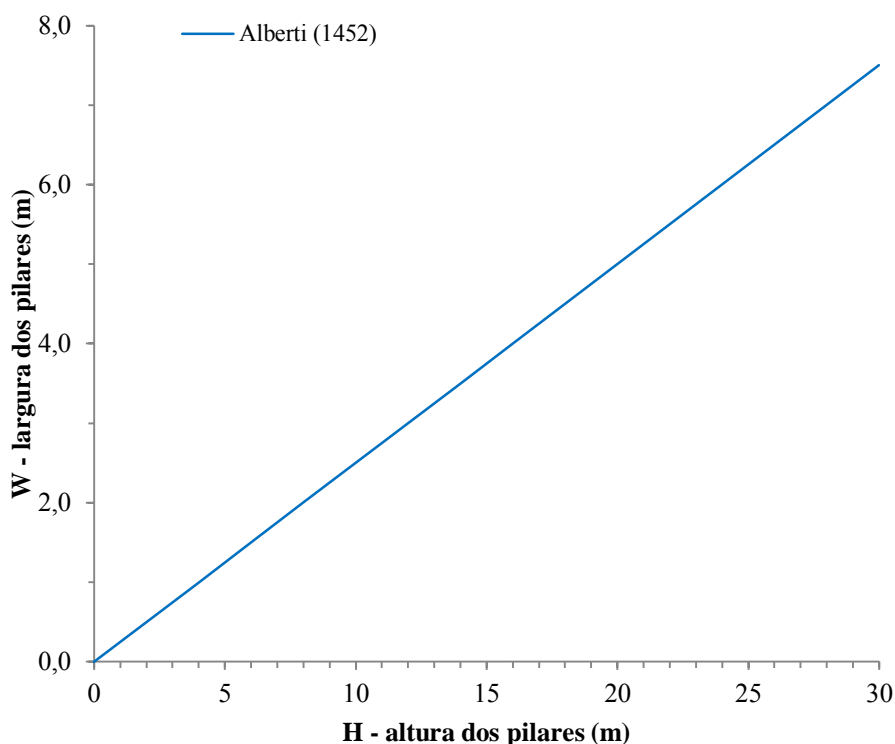


Gráfico 2.4 - Relação geométrica W/H da fórmula empírica de Alberti

Pode-se observar no gráfico 2.3 anterior, que as relações empíricas dos vários autores variaram bastante o que traduz uma evolução com o tempo e, naturalmente, com a experiência, contudo todas seguem uma lei linear.

2.6. Regras empíricas obtidas de levantamentos

Tem existido nos últimos tempos alguns autores que, tal como se faz neste trabalho e como também fizeram muitos dos autores antigos de que falamos anteriormente, procederam a um levantamento das características geométricas das pontes em arco de alvenaria, existentes numa determinada zona, com a finalidade de perceber as regras empíricas geométricas aplicadas na sua construção.

Lagomarsino et al. (1999) e Gambarotta (1999) são uns dos últimos que fizeram um conjunto de observações de pontes em arco de alvenaria de pedra e posterior estudo, sobre, respetivamente, das pontes de alvenaria da linha ferroviária Genova-Ovada e do estudo, mais geral, sobre as pontes de alvenaria dos sistemas rodoviário e ferroviário de Itália.

Espessura do arco

Estes dois autores anteriores, após análise dos seus dados apresentaram um conjunto de relações empíricas verificadas entre a espessura do arco (t) e o comprimento do seu vão (s).

Na tabela 2.3 a seguir apresentam-se essas relações, traduzidas pelo gráfico 2.5, que mais à frente iremos comparar com a realidade da nossa amostra.

Data	Autor	Espessura do arco
1999	Lagomarsino et al.	$t = s/17$ a $t = s/12$
		$t = 0,33 + 0,033 \times s$
		$t = 0,325 + 0,0347 \times s$
1999	Gambarotta	$t = 0,32 + s/15$
		$t = 0,1 + 0,2 \times \sqrt{s}$
		$t = 0,2 \times \sqrt{s}$
		$t = \frac{1 + 0,1 \times s}{3}$
		$t = 0,43 + 0,05 \times s$

Tabela 2.3 - Relações empíricas obtidas de levantamentos recentes para a espessura do arco

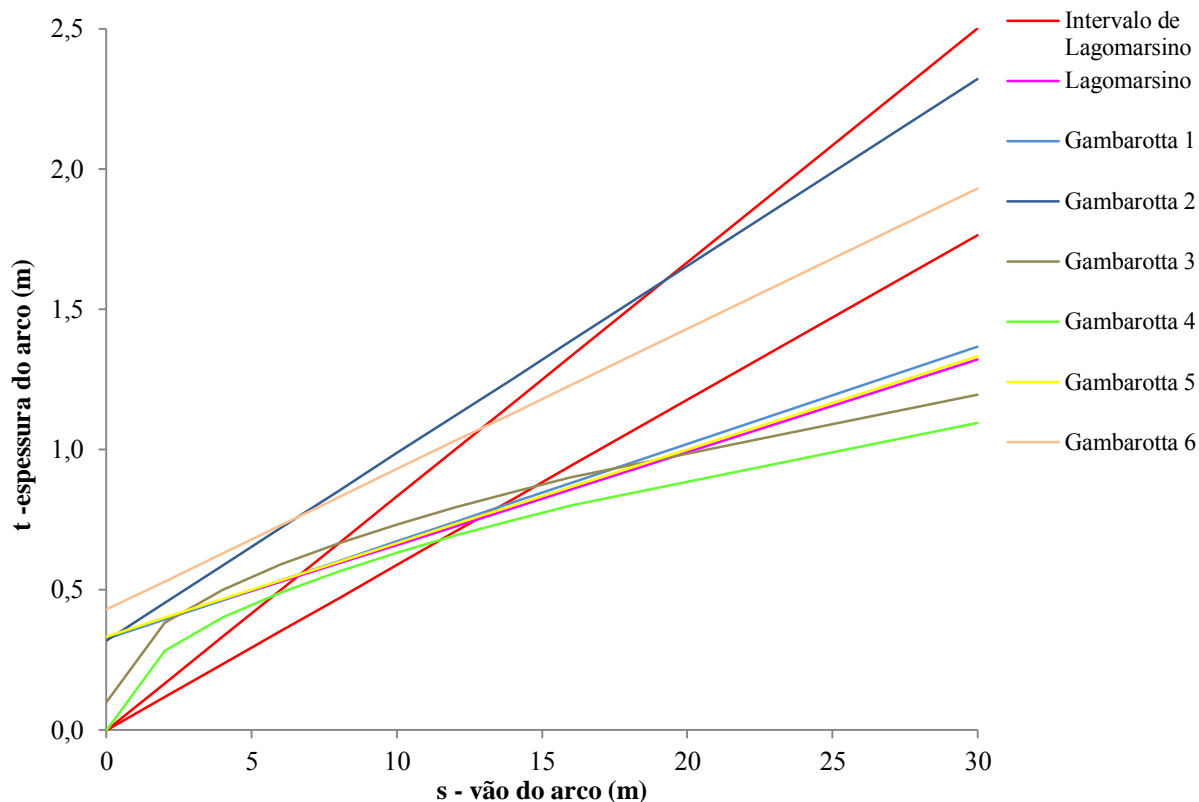


Gráfico 2.5 - Relações geométricas t/s das regras empíricas obtidas de levantamentos recentes

Largura dos pilares

Lagomarsino et al. (1999), relacionou também a largura dos pilares (W) com a sua altura (H) e com o comprimento do vão (s), chegando às relações geométricas da tabela 2.4, traduzidas nos gráficos 2.6 e 2.7.

Data	Autor	Largura do pilar
1999	Lagomarsino et al.	$W = 0,0125 \times s$
		$W = 0,6 + 0,2 \times H$

Tabela 2.4 - Relações empíricas para a largura dos pilares propostas por Lagomarsino et al. (1999)

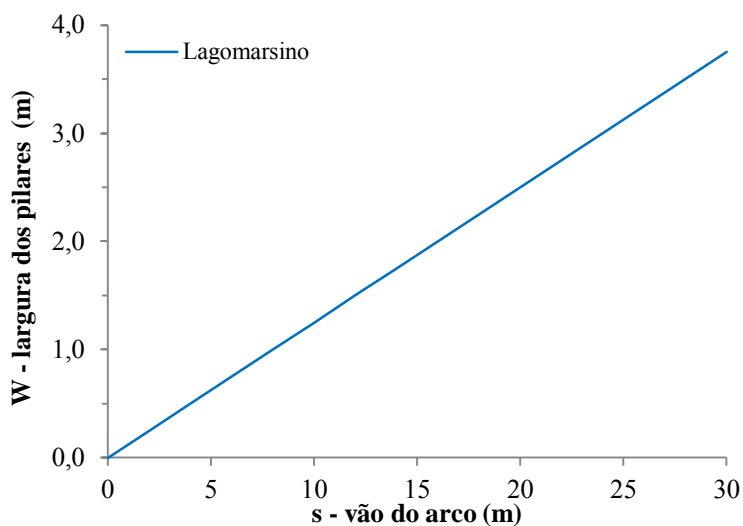


Gráfico 2.6 - Relações geométricas W/s das regras empíricas obtidas de levantamentos recentes

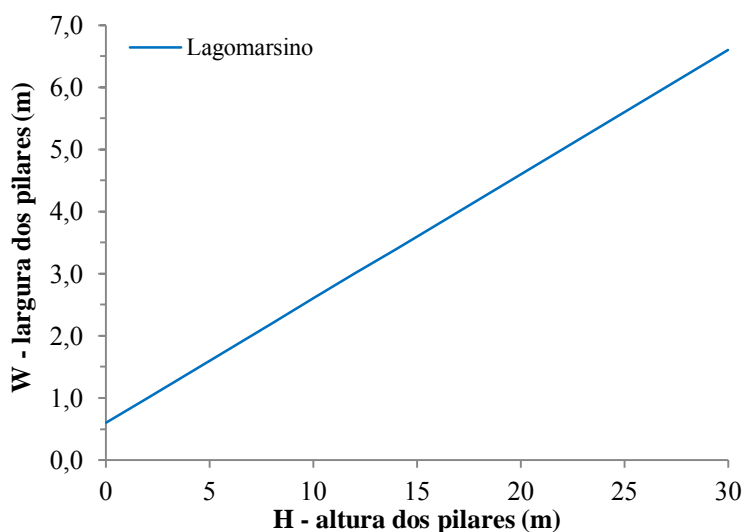


Gráfico 2.7 - Relações geométricas W/H das regras empíricas obtidas de levantamentos recentes

Gambarotta (1999), relaciona a largura dos pilares com a sua altura, com o comprimento do vão do arco e tem ainda em consideração a espessura de enchimento sobre a chave do arco e do tímpano, como descrito na tabela 2.5.

Data	Autor	Largura do pilar
		$W = 0,6 + 0,04 \times h^* \times \sqrt{s}$
1999	Gambarotta	$W = (0,6 + 0,162 \times s) \times \sqrt{s \frac{(h^* + 0,25 \times s) \times 0,865 \times s}{H \times (0,25 \times s + t)}}$
		$W = 0,305 + \frac{5}{24} \times s + \frac{h^*}{6} + \frac{h_1}{12}$

Tabela 2.5 - Relações empíricas para a largura dos pilares propostas por Gambarotta (1999)

As relações geométricas entre a largura em planta do pilar “W”, a altura do pilar acrescida de parte da flecha do arco “h*” e a espessura do enchimento na zona do coroamento do arco “h1”, estão representadas na figura 2.16. A diferença entre as dimensões “h” e “h*”, resulta do facto da zona junto à base do arco ser usualmente preenchida por um material mais resistente, o que ajuda a rigidificar esta zona considerando-se para tal uma altura fictícia do pilar superior ao “h” real, como se observa na figura 2.17 [Costa, 2007].

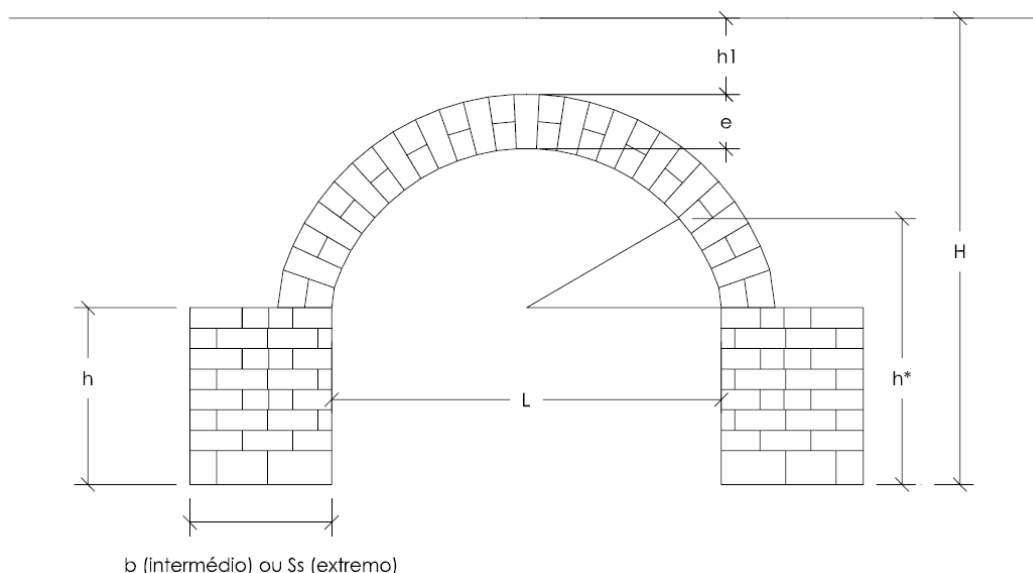


Figura 2.17 - Definição dos parâmetros das fórmulas empíricas de dimensionamento [Costa, 2007]

3. LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO

A execução do levantamento geométrico das características das pontes em arco de alvenaria na região de Bragança, constitui o ponto fulcral deste trabalho. É a partir dele que todos os restantes processos se desenrolam.

Pretende-se que este levantamento seja o início de muitos outros, de forma a termos uma panorâmica do tipo de pontes em arco de alvenaria existentes no País. Para que se possa caraterizar e contribuir para uma base de dados relativa a este tipo de pontes, que possibilite a realização de análises estruturais. E a avaliação das suas condições de segurança, no estado atual de conservação e de exploração contribuindo para a preservação do património histórico e cultural.

O levantamento geométrico vai consistir na medição dos parâmetros essenciais que caraterizam as pontes de alvenaria em arco, nomeadamente, número de vãos, comprimento dos vãos (s), altura (r) espessura dos arcos (t), altura do enchimento sobre o arco (h) e altura (H) e largura (W) dos pilares. Estes são os parâmetros aparentes que têm influência direta no comportamento estrutural destas pontes mas, aproveitando a ocasião outros foram levantados como por exemplo o comprimento e altura dos encontros, espessuras de cornijas existentes e altura das fundações visíveis.

Para além do levantamento geométrico realizou-se um fotográfico de forma a facilitar a interpretação dos dados e análise das condições aparentes em que se encontram.

Apresenta-se nos subcapítulos seguintes os processos e metodologias adotadas na realização do levantamento e em anexo estão as folhas de medição, com a caraterização geométrica de cada ponte, que inclui as fotografias do seu estado atual.

3.1. Procedimento adotado para execução do levantamento

Inicialmente estava previsto circunscrever o levantamento geométrico à região de Bragança, mas para se ter uma visão mais alargada escolheu-se analisar uma amostra que englobasse o distrito todo.

Um dos critérios adotados desde início para escolha das pontes do estudo foi que estivessem ainda sujeitas a utilização rodoviária, recaindo a escolha essencialmente sobre as pontes inseridas na rede de estradas nacionais do distrito.

O primeiro passo tomado para selecionar e localizar as pontes foi perguntar à Estradas de Portugal, S.A. (EP), se tinham algum tipo de cadastro ou levantamento das pontes existentes, os quais prontamente responderam favoravelmente após tomarem conhecimento do conteúdo e âmbito deste trabalho.

Foi assim disponibilizando pela EP um inventário que continha todas as pontes de alvenaria em arco inseridas na rede rodoviária nacional do distrito de Bragança.

O segundo passo consistiu em analisar toda a informação obtida.

O inventário facultado continha alguns dados como a localização, número de vãos e sua dimensão, largura do tabuleiro, altura de pilares e comprimento dos muros de suporte entre outros, como a informação disponibilizada era insuficiente para fazer a caraterização geométrica pretendida tornou-se necessário complementar estes elementos através de um levantamento “in situ”.

O terceiro passo consistiu em localizar as pontes.

No inventário disponibilizado pela EP, estas são identificadas/localizadas recorrendo ao nome da via (EN), quilómetro (km) a que estão e também georreferenciadas em coordenadas retangulares (M;P) no sistema Datum 73. Neste trabalho para além da identificação anterior é-lhes atribuído um número de identificação próprio de 1 a 71.

Do inventário facultado pela EP constam 68 pontes, às quais foram depois adicionadas mais três pontes, nomeadamente a ponte de Vieiro (nº 57), a ponte velha de Gimonde (nº 70) e a ponte da Arranca (nº 71), que pelas suas caraterísticas e história, se consideram interessantes para o estudo, totalizando uma amostra de 71 pontes.

Na tabela 3.1 pode-se ver a distribuição das pontes da amostra por concelho do distrito de Bragança.

Concelho	Nº de pontes
Bragança	21+1
Vinhais	3+1
Macedo Cavaleiros	8
Mirandela	9
Vila Flor	6+1
Alfândega da Fé	6
Freixo de Espada à Cinta	8
Torre de Moncorvo	2
Mogadouro	4
Miranda do Douro	1

Tabela 3.1 - Distribuição de pontes da amostra por concelho

O quarto passo consistiu na criação de uma folha de medições base para registar as medições a levantar “in situ”, figura 3.2, adaptável aos vários tipos de ponte em análise, que previamente se preencheu com os dados disponibilizados pela EP, para cada uma das pontes.

CARATERISTICAS GEOMETRICAS

Nome da ponte: _____ Ponte nº: _____
 Localização: _____ Nº EP: _____
 Ano Construção: _____ Ano Alteração: _____ Alvenaria Alargada: _____ Data: _____

Perfil Transversal:

Perfil Longitudinal:

Fotografia da ponte

Vãos =

Características do Vão do Arco [m]	Vãos =					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito		Direito	
Esquerdo		Esquerdo	

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.

Outras Características:

Altura do guarda corpos [g]		m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]		m
Altura cornija no arco [c ₂]		m
Altura fundação visível [f]		m
Altura visível ao leito [p]		m
Comprimento Total		m
Área do Tabuleiro		m ²
Velocidade		Km/h
Zona Sísmica		
Material de construção		

Pilares =

Características do Pilar [m]	Pilares =			
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa →	r / s =
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão →

	s =
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s =
Altura do arco	r =
Espessura do arco	t =
Enchimento total	h =
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s =
Razão esp. arco / altura	t / r =
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Fotografias:

Fotografias da ponte noutras prespetivas

Figura 3.2 - Folha de medição tipo

Para maximizar o número de levantamentos, no trajeto mais curto, procedeu-se ao planeamento de rotas.

Após completados todos os passos anteriores, iniciou-se o trabalho de campo com o levantamento das caraterísticas geométricas e registo fotográfico das pontes da amostra em diferentes planos.

Para efetuar as medições, foi usado como equipamento dois tipos de fitas métricas (figura 3.3) e um laser com sensor de inclinação associado a um tripé (figura 3.4), usado para obter tanto distâncias horizontais como verticais.



Figura 3.3 - Fitas métricas



Figura 3.4 - Distanciómetro laser com sensor de inclinação e tripé

Numa das fitas, como se vê na figura 3.3, foi necessário, adaptar um peso que mantivesse a fita esticada e permitisse retirar alturas desde o tabuleiro, isto ocorria quando a envolvente devido à arborização não permitia a utilização do laser.

Em cada ponte foram inicialmente confirmadas as medições constantes no inventário da EP. Sempre que as condições de acessibilidade, terreno e limpeza da arborização o permitiam, foi visitado o desvão das pontes para fotografar e efetuar as dimensões diretamente. Quando tal não foi possível, as alturas foram medidas indiretamente por diferença de cotas, recorrendo ao distanciómetro laser, ou com a fita com o peso na extremidade.

Relativamente à fiabilidade das medidas dadas pelo laser com sensor de inclinação, foram por diversas vezes confrontadas com medições feitas de fita métrica, as quais sempre coincidiram.

Aproveitando a ocasião, foram complementarmente levantados outros parâmetros geométricos, para além dos essenciais à caracterização geométrica pretendida por este estudo.

Para cada uma das 71 pontes da amostra selecionada para o estudo, apresenta-se em anexo, nas folhas de medição um registo fotográfico, bem como todos os parâmetros geométricos levantados por medição “in situ”.

No final foi compilado todo o levantamento e introduzidas as medidas essenciais à caraterização geométrica correspondente a cada ponte, devidamente identificada, que constam no anexo II.

3.2. Análise descritiva da amostra

Vai-se neste subcapítulo fazer uma análise descritiva e comparativa dos parâmetros não geométricos e parâmetros geométricos levantados na amostra.

Época de construção

A data de construção das pontes da amostra é um parâmetro difícil de avaliar face à existência de dados bibliográficos muitas vezes contraditórios, principalmente no caso das pontes mais antigas, que na sua maioria já foram alvo de reconstruções.

Como mencionado no subcapítulo 2.1 os intervalos temporais para diferenciação das pontes pela época de construção são:

- Idade Antiga: anterior ao séc. I a. C.
- Época Romana: desde o séc. I a.C até V d.C.
- Idade Média: desde o séc. VI d.C até XV d.C.
- Idade Moderna: desde o séc. XVI d.C até XVIII d.C.
- Idade Contemporânea: a partir do séc. XVIII d.C.

Pela análise dos dados obtidos, a grande maioria das pontes em arco de alvenaria (que fazem parte da rede viária de estradas nacionais) no distrito de Bragança, foram construídas em finais do séc. XIX e princípio do séc. XX correspondente à idade Contemporânea.

Ora, como descrito no subcapítulo 2.2, a rede viária do distrito de Bragança foi impulsionada nesse período, o que justifica que cerca de 90% das pontes da amostra tenham data de construção a coincidir com essa época.

De acordo com a datação obtida em registos bibliográficos a amostra selecionada tem precisamente duas pontes por cada época fora da Contemporânea, por essa razão a amostra não é representativa de épocas de construção mais antigas. Sendo a época de construção um item muito importante na classificação de pontes em arco de alvenaria, a amostra não nos permite analisar os aspetos diferenciadores caraterísticos das diferentes épocas de construção.

Apesar da reduzida amostra de pontes antigas (até à idade Contemporânea) são aparentes e evidentes as diferenças arquitetónicas e geométricas destas pontes relativamente às da época Contemporânea.

Fora da rede de estradas nacionais do distrito existe uma grande quantidade de pontes do período Romano e Medieval que, devido aos critérios de seleção da amostra não foram incluídas neste estudo, mas que merecem ser caraterizadas, pois algumas ainda são utilizadas e fazem parte do nosso património histórico, pelo que seria um bom trabalho futuro a realizar.

Materiais de construção

O material de construção utilizado nas pontes da amostra foi o granito e o xisto (figura 3.5) ou ainda uma combinação destes dois materiais (figura 3.6). Uma constatação previsível uma vez que o xisto e o granito são as rochas predominantes na zona do distrito de Bragança.

Nas pontes construídas com a combinação de granito e xisto, verifica-se frequentemente, que o arco da ponte e os pilares são em granito e o xisto é o material utilizado na execução dos muros.

Na tabela 3.2, apresenta-se a distribuição de pontes por cada tipo de material de construção da amostra.

Tipo de material	Granito	Xisto	Granito e xisto
Nº de pontes	23	8	40

Tabela 3.2 - Distribuição de pontes por tipo de material de construção



Figura 3.5 - Ponte velha de Gimonde em xisto (ponte nº 70)



Figura 3.6 - Ponte nova de Gimonde em granito e xisto (ponte nº 26)

Tipo do arco

De acordo com a classificação do tipo de arcos estabelecida por Nunes (2009) e compilada por Morais (2012), na amostra existem arcos segmentares do tipo segmentados, semi-circulares (volta perfeita), abatidos (asas de cesto) e arcos em ogiva.

Na tabela 3.3, apresenta-se a distribuição dos arcos da amostra de acordo com essa classificação.

Tipo de arco	Segmentares			Ogiva
	Segmentado	Semi-circular	Abatido	
Nº de pontes	17	52	1	1
% de pontes	23,94	73,24	1,41	1,41

Tabela 3.3 - Distribuição das pontes da amostra por tipo de arco

Neste levantamento verificou-se que 73% das pontes são de arco com volta perfeita e 24% com arco segmentado. Só existe uma ponte (nº 69) com os arcos em “asa de cesto”, em que o arco e pilares são de granito e o enchimento de xisto. Também só existe na amostra uma ponte (nº 43) com o arco em forma de ogiva, integralmente construída com pedra de xisto.

Número de vãos

A amostra de pontes é constituída por pontes com um único vão e pontes de múltiplo vão. Na tabela 3.4 a seguir, pode-se ver a distribuição de pontes em função do número de arcos.

Nº de vãos	Nº de pontes	% da amostra
1	56	78,87
2	2	2,82
3	4	5,63
4	1	1,41
5	4	5,63
6	2	2,82
7	2	2,82

Tabela 3.4 - Distribuição de pontes em função do número de vãos

Constata-se que 79% das pontes de alvenaria levantadas no distrito são de um único vão, o que contrasta com o trabalho de Lemos (2009) que também inclui 18 pontes do concelho de Bragança, e em que apenas 29% do total de pontes da sua amostra eram de arco simples.

Comprimento do vão

Somando a totalidade de arcos tem-se uma amostra com 122 arcos. Apresenta-se no gráfico 3.1 a distribuição dos vãos dos arcos de acordo com o seu comprimento.

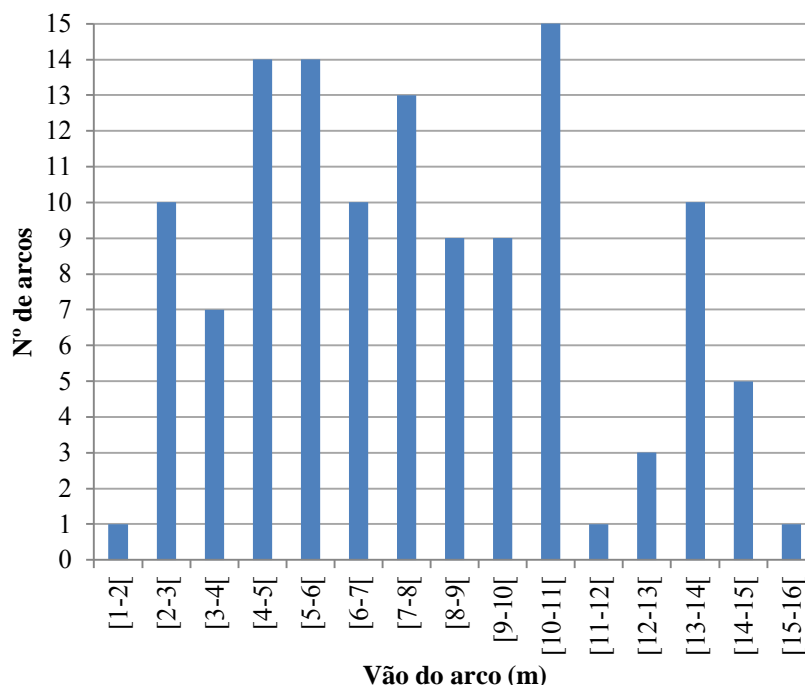


Gráfico 3.1 - Distribuição de arcos em função do vão da mostra

Pela análise do gráfico 3.1 vê-se que na totalidade da amostra existem pontes com arcos cujos vãos variam de 1,95m até aos 15,15m com uma densidade distribuída.

Vai-se agora distribuir nos gráficos 3.2 e 3.3, o número de arcos em função dos vãos pertencerem a pontes, respetivamente de um só arco ou a pontes de múltiplos arcos.

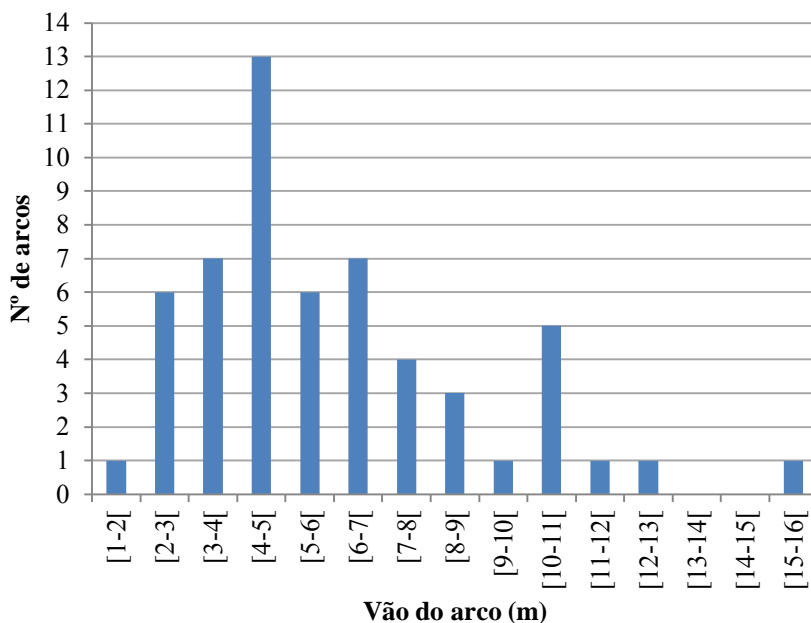


Gráfico 3.2 - Distribuição de arcos em função do vão em pontes de um só arco

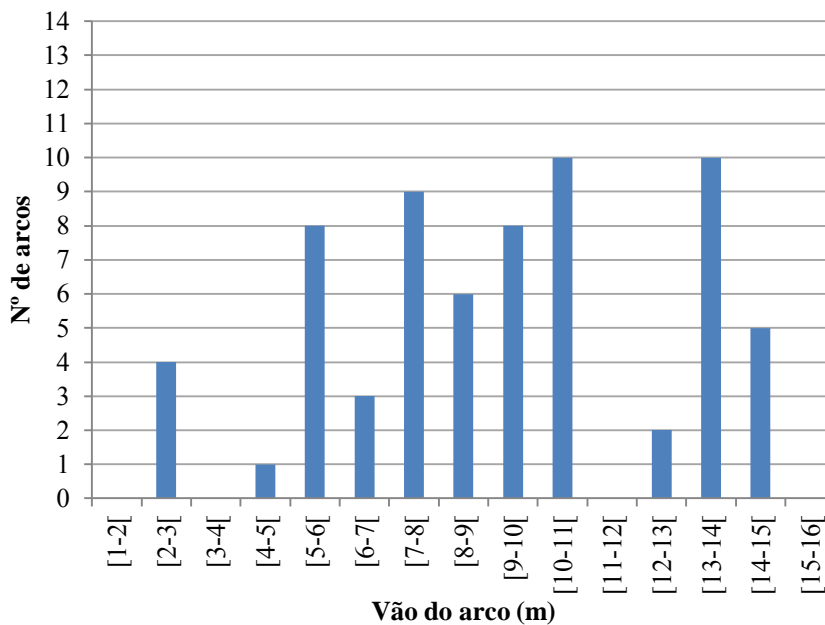


Gráfico 3.3 - Distribuição de arcos em função do vão em pontes de múltiplos arcos

Analisando os gráficos 3.2 e 3.3 nota-se uma tendência para a predominância de vãos menores nas pontes de um só arco e vãos maiores nas pontes arcos múltiplos.

Espessura do arco

A espessura do arco (t) é um dado muito importante, pois está diretamente relacionado com o comprimento do vão, como já vimos anteriormente existem muitos autores que ao longo dos tempos foram apresentando várias fórmulas empíricas para estabelecer uma relação entre a espessura dos arcos e o vão do arco.

Durante o levantamento verificou-se a existência de três tipos de espessura do arco:

- arco com espessura irregular (figura 3.7), neste caso adotou-se uma média da espessura;
- arco com espessura constante (figura 3.8) em todo o seu desenvolvimento;
- arco com espessura variável (figura 3.9) desde o encontro até à chave, sendo adotado para a classificação a menor espessura na zona da chave.

No levantamento efetuado a espessura dos arcos corresponde à espessura aparente das aduelas (visíveis pelo exterior). Salvaguarda-se a possibilidade de haver aduelas interiores que não tenham a mesma espessura. Caso se pretenda maior rigor, poder-se-á confirmar essa espessura recorrendo a técnicas de inspeção não destrutivas, como por exemplo utilizando um georradar ou introdução de sondas entre as juntas das aduelas.

A tabela 3.5 mostra a distribuição do tipo de espessura de arcos da amostra.

Espessura do arco	Constante	Variável	Irregular
Nº de pontes	31	14	26

Tabela 3.5 - Distribuição da amostra por tipo de espessura



Figura 3.7 - Arco com espessura irregular (ponte nº 70)



Figura 3.8 - Arco com espessura constante (ponte nº 5)



Figura 3.9 - Arco com espessura variável (ponte nº 57)

Espessura de enchimento

O enchimento do arco (h) é o responsável pela transmissão das cargas do tabuleiro para os arcos e tímpanos.

Relativamente à sua constituição somente podemos analisar o seu exterior e comparar o tipo de paramentos em que são feitos e qual o material que constitui o tabuleiro, uma vez que o que está no seu interior só recorrendo a técnicas complementares de diagnóstico, de preferência não destrutivas, como a inspeção baroscópica, se saberá qual a sua constituição.

A altura do enchimento (h) na zona da chave varia bastante de ponte para ponte. Em muitos casos nesta zona nem existe material de enchimento estando o tabuleiro diretamente assente no arco (figura 3.10). Noutros casos a ponte já foi alvo de intervenção com alargamento do tabuleiro recorrendo a lajes de betão armado que alteram profundamente as suas características originais na transmissão das cargas ao arco (figura 3.11).

A espessura de enchimento foi medida desde o coroamento do arco até ao nível superficial do pavimento do tabuleiro.

Nas pontes com arcos maiores é corrente encontrar, na zona do enchimento arcos secundários, que têm como função aligeiramento das cargas transmitidas pelo seu próprio peso e ao mesmo tempo, em algumas delas, servirem de descarregadores de cheia (figura 3.12).

As características do material de enchimento influenciam a degradação das cargas que são transmitidas ao arco. A diminuição de rigidez do enchimento conduz a uma menor degradação das cargas. Por seu lado, quanto menor for a altura do enchimento, menor é a degradação das cargas [Morais, 2012].

Este parâmetro não foi relacionado diretamente com qualquer um dos outros levantados, contudo é um dado muito importante para o estudo da capacidade de carga de pontes de alvenaria em arco, pelo que consta no levantamento efetuado.



Figura 3.10 - Tabuleiro assente diretamente sobre o coroamento do arco (ponte nº 23)



Figura 3.11 - Enchimento entre o tabuleiro alargado e a chave (ponte nº 9)



Figura 3.12 - Enchimento aligeirado sobre a chave do arco (ponte nº 51)

Pilares - altura / largura

A medição da altura dos pilares (H) revela-se difícil na maior parte dos casos quer porque, estão parcialmente enterrados ou submersos quer porque, nalguns casos, intervenções de consolidação alteraram a sua altura aparente.

Na amostra a altura visível dos pilares variou entre 1,65m e os 15,80m.

Relativamente à largura dos pilares (W) esta variou entre 1,00m e os 4,40m.

Uma característica interessante verificada é o formato dos quebra-mares. Nas pontes mais antigas (figura 3.13) são mais robustos com forma de cunha. Nas pontes mais recentes (figura 3.14) a sua geometria é arredondada e de menor tamanho.



Figura 3.13 - Pilar da ponte da Arranca (ponte nº 71)

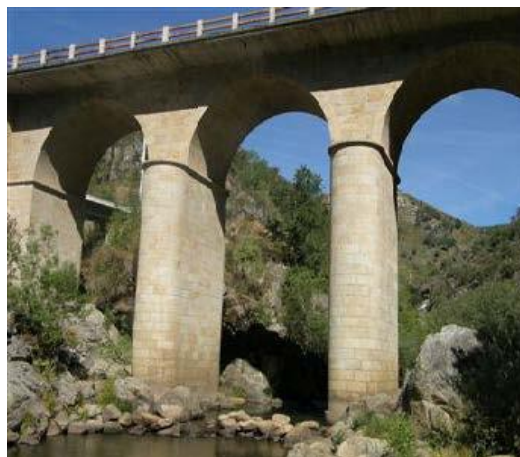


Figura 3.14 - Pilares da ponte sobre o Rio Rabaçal (ponte nº 1)

3.3. Análise das relações geométricas da amostra

Neste subcapítulo analisam-se e comparam-se as relações entre vários parâmetros geométricos levantados na amostra.

Como referido no capítulo anterior os parâmetros geométricos utilizados nesta classificação das pontes são o número de vãos de cada ponte, o comprimento do vão do arco (s), a altura do arco (r), a espessura do arco (t), a espessura de enchimento (h) e a largura (W) e altura (H) dos pilares.

Para a análise dos dados geométricos recolhidos, os arcos são classificados, em linha com trabalhos anteriores, Lemos (2009) e Oliveira et al. (2010), relativamente a dois parâmetros geométricos com importância chave no desempenho do seu comportamento estrutural, nomeadamente o vão do arco (s) e a razão entre altura do arco (r) e o vão do arco (s).

Vão do arco (s)

Para a classificação quanto ao vão, as pontes foram agrupadas em três categorias:

- Pontes de pequeno vão: $0,00 < s \leq 7,50$ (m)
- Pontes de médio vão: $7,50 < s \leq 15,00$ (m)
- Pontes de grande vão: $s > 15,00$ (m)

Na classificação das pontes de arco múltiplo tomou-se como referência o arco de maior vão. Pelo levantamento pode-se verificar que nestas pontes os vãos têm a mesma geometria pelo que as suas relações geométricas são semelhantes.

De acordo com a classificação adotada conclui-se que as pontes da amostra são de pequeno vão e médio vão, como mostra o gráfico 3.4, que traduz a distribuição do número de pontes da amostra por cada uma das categorias do tipo de vão. Existe apenas uma ponte incluída no intervalo de pontes de grande vão, mas o comprimento medido foi de 15,15m, pelo que se pode concluir que todas as pontes da amostra são de pequeno e médio vão.

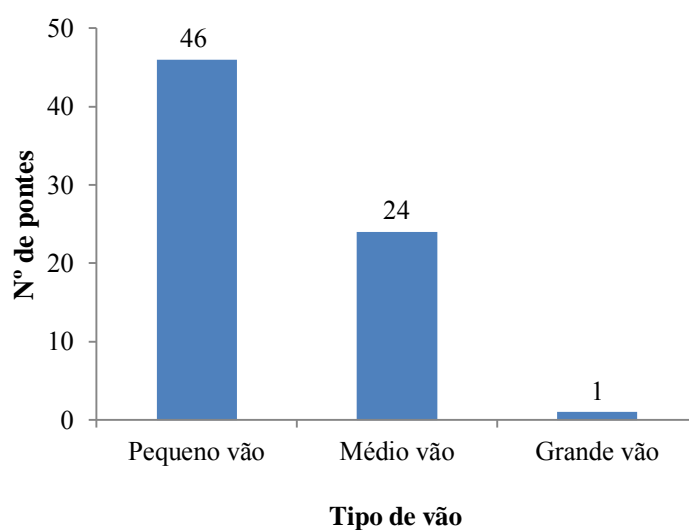


Gráfico 3.4 - Distribuição do número de pontes da amostra por tipo de vão

Altura do arco

Quanto aos arcos, estes são agrupados de acordo com a relação entre o comprimento do vão (s) e a sua altura (r) em arco abatido, semi-abatido e profundo, conforme o critério adotado por Lemos (2009) e Oliveira et al. (2010):

- Arco abatido: $r/s \leq 0,25$
- Arco semi-abatido: $0,25 < r/s \leq 0,40$
- Arco profundo: $r/s > 0,40$

No gráfico 3.5 apresenta-se a distribuição que relaciona a altura do arco (r) com o vão do arco (s) da amostra, onde estão também representadas as retas que delimitam os intervalos definidos pelos critérios anteriores

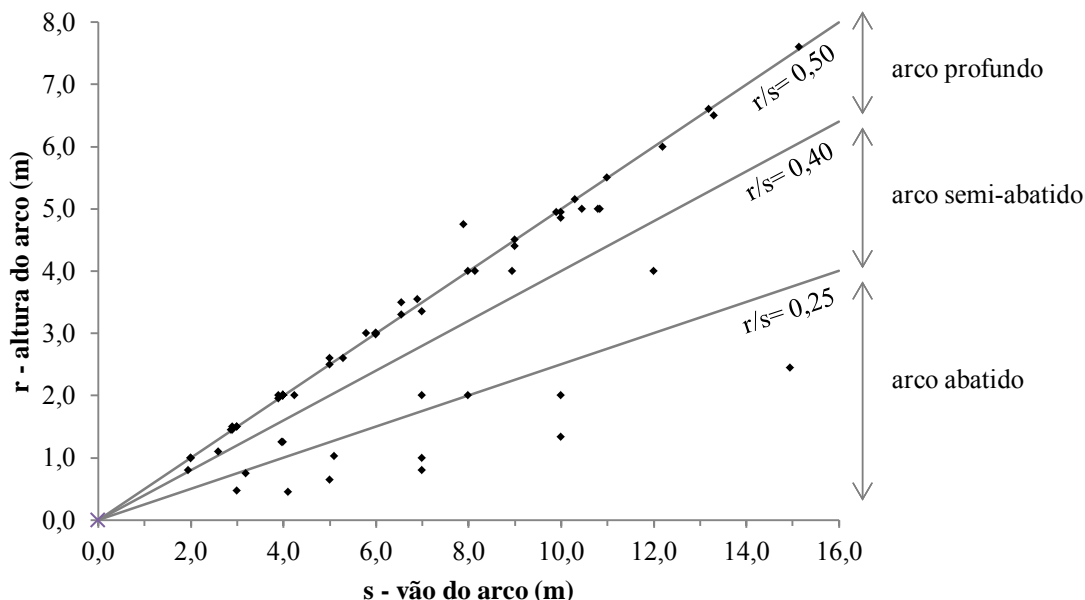


Gráfico 3.5 - Relação entre o vão (s) e a altura do arco (r)

Refere-se que na categoria dos arcos profundos estão incluídos todos os arcos semi-circulares e também o ogival. Por essa razão no gráfico 3.5 aparece um ponto em que a relação r/s é bastante superior a 0,50. Existem também alguns arcos semi-circulares que não coincidem com a mesma linha, o que não deveria acontecer. A razão provável será devido à indefinição clara de onde iniciava o arco no encontro durante o levantamento.

No gráfico 3.6, faz-se uma distribuição das pontes de acordo com a classificação adotada para a profundidade do arco em função da classificação adotada para o tipo de vão.

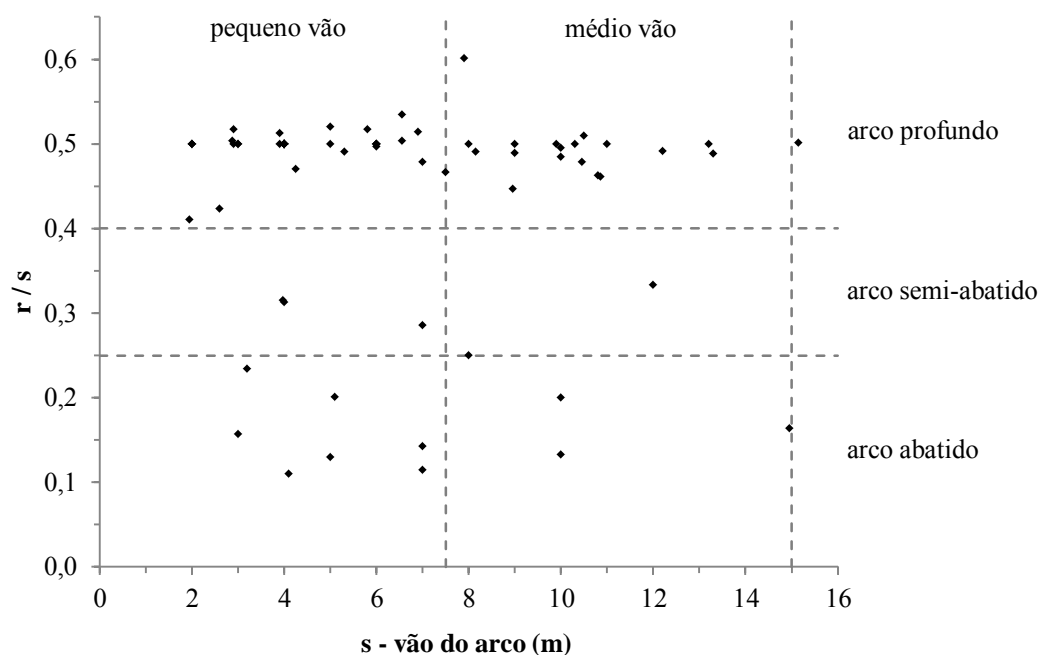


Gráfico 3.6 - Relação entre o vão (s) e a razão entre a altura do arco e o vão (r/s)

Como se pode ver pelo gráfico 3.6, a esmagadora maioria das pontes tem profundidade dos arcos superior a 0,40. A tabela 3.6 traduz em percentagem a forma como a amostra se divide.

	Arco profundo	Arco semi-abatido	Arco abatido
Pequeno vão	52 %	4 %	10 %
Médio vão	27 %	3 %	4 %
Total	79 %	7 %	14 %

Tabela 3.6 - Distribuição percentual do tipo de arcos

Analisando a tabela 3.6, e segundo a classificação apresentada por Lemos (2009) e Oliveira (2010), a grande maioria dos arcos medidos são profundos, representando 79% da amostra com a relação r/s em torno dos 0,50, 7% são semi-abatidos e 14% são abatidos.

Como perto de 80% da amostra pertence a pontes com arco profundo de pequeno e médio vão, vai-se no capítulo a seguir analisar e comparar mais em pormenor esse tipo de pontes com as relações empíricas históricas dos construtores antigos.

Espessura do arco (t) / vão do arco (s)

No gráfico 3.7 relaciona-se a espessura do arco (t) com o vão do arco (s), e verifica-se que o vão dos arcos se relaciona diretamente com a espessura do arco.

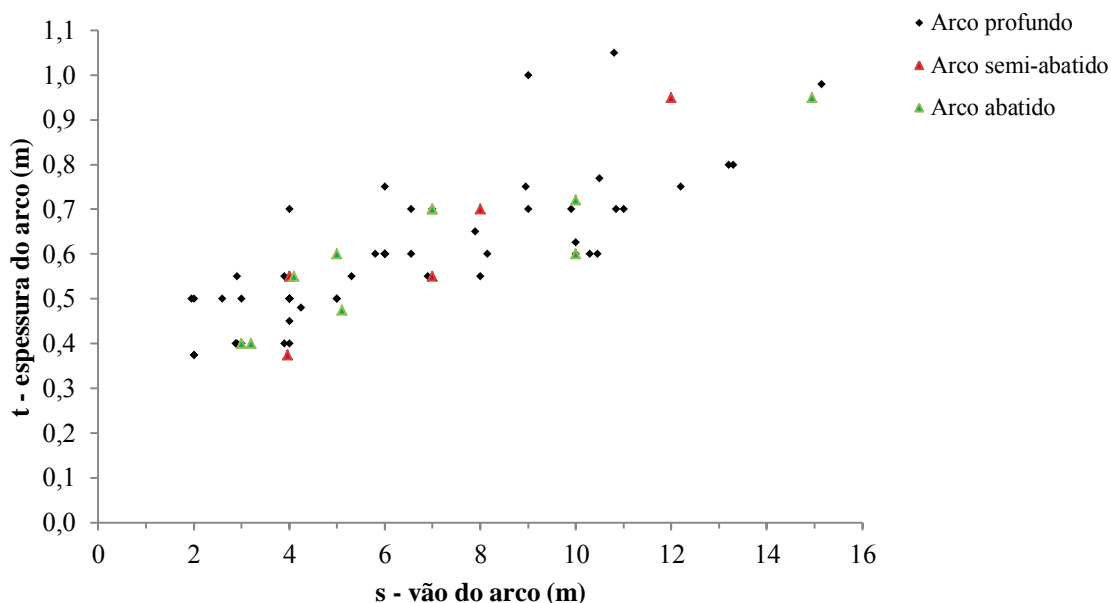


Gráfico 3.7 - Relação entre a espessura do arco e o vão

Numa primeira análise é perceptível que a espessura do arco aumenta com o aumento do vão. Nota-se também que para vãos com o mesmo comprimento existem espessuras de arco bastante diferentes.

Contudo, pela análise do mesmo não se consegue perceber uma diferenciação da relação espessura do arco com o vão em função do tipo de arco, havendo situações de arcos profundo e abatidos com o mesmo comprimento de vão terem a mesma espessura de arco.

Fazendo agora uma análise da relação do vão (s) com a razão entre a espessura do arco e o vão (t/s), gráfico 3.8, percebe-se que a espessura relativa do arco diminui com o aumento do vão, isto é, a espessura do arco aumenta com o comprimento do vão mas esse aumento não acompanha o aumento do vão, havendo uma tendência para esta relação estabilizar para vãos superiores a 12m.

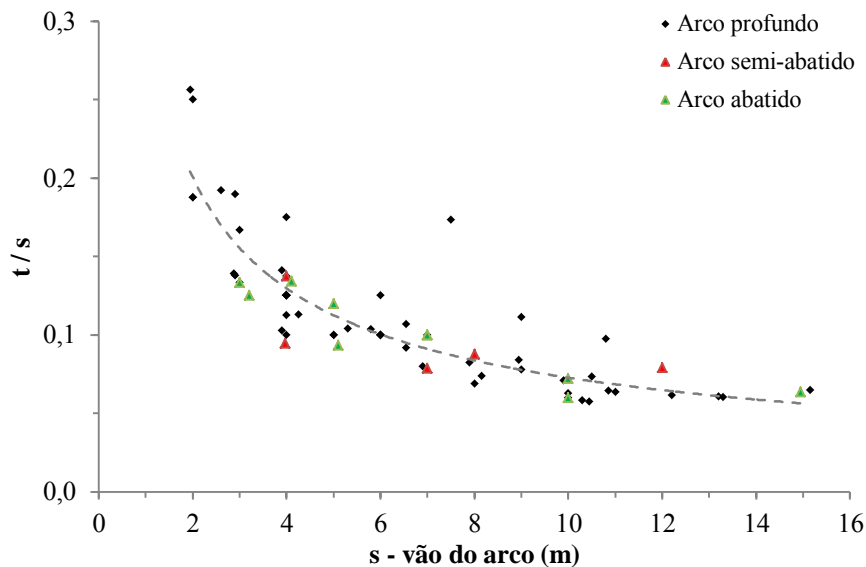


Gráfico 3.8 - Relação entre a razão da espessura / vão do arco e o vão do arco

Relacionando agora a razão entre a espessura do arco e a sua altura com o vão do arco (gráfico 3.9) verifica-se, uma tendência semelhante à do gráfico anterior isto é, o aumento de t com s não acompanha o aumento de r com s , ou seja, a esbelteza dos arcos cresce com o vão.

Para as outras tipologias de profundidade do arco, apesar de se ter poucos dados e mais dispersos, nota-se que para os arcos abatidos a razão t/r é maior mas assume a mesma tendência para ir suavizando com o comprimento do vão do arco.

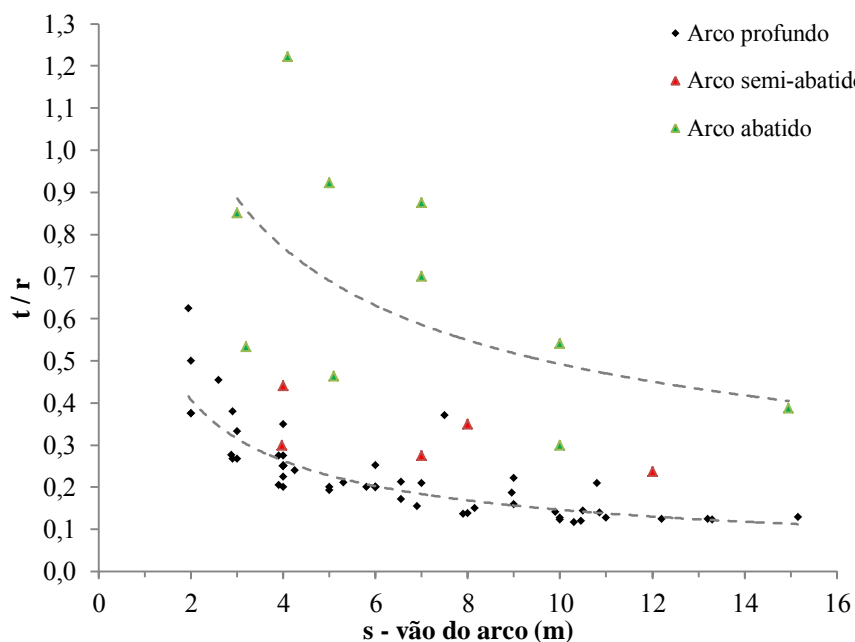


Gráfico 3.9 - Relação entre a razão da espessura / altura do arco e o vão do arco

Largura do pilar (W) / vão do arco (s)

Para as pontes de arcos múltiplos (21% da amostra), os pilares também foram incluídos no levantamento. Vai-se então, com os escassos dados que se conseguiram da amostra, representar no gráfico 3.10 as relações entre a largura do pilar (W) com o vão do arco (s).

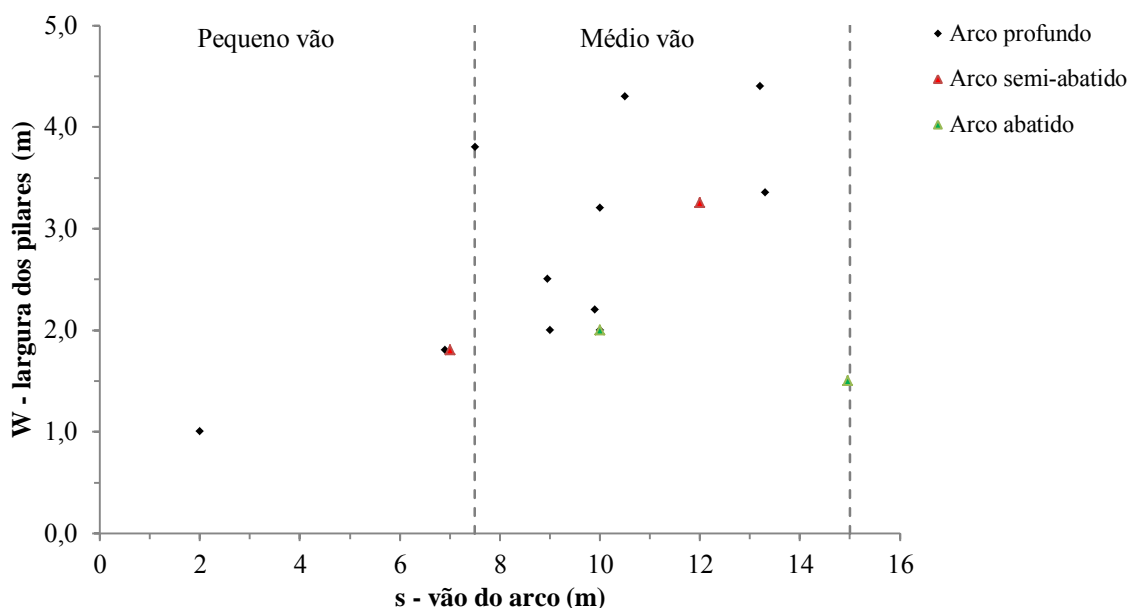


Gráfico 3.10 - Relação da largura dos pilares com o comprimento do vão

Analisando o gráfico 3.10, vê-se que a largura dos pilares vai aumentando com o vão do arco, apesar de haver uma grande dispersão.

Confirma-se aqui, apesar de a amostra ser bastante reduzida em termos de pontes de múltiplo arco e de época de construção ser anterior à Contemporânea, que são precisamente as seis pontes construídas nessa época que apresentam os pilares com maior largura em relação ao vão.

É de referir que o ponto correspondente ao maior vão, se reporta à ponte Internacional de Quintanilha construída em 1903. O pilar desta ponte tem largura variável em altura, 1,50m no topo e cerca de 2,00m na base (soterrada), sendo adotada a primeira na análise.

Devido à baixa representatividade da amostra, a percentagem de pontes de múltiplo vão só é de 21%, como se pode ver no gráfico 3.10, não se podem retirar grandes conclusões. É apenas aponte uma tendência para aumento da largura (W) com o comprimento do vão (s), e também que a quase totalidade das pontes de arcos múltiplos da amostra, tem arcos de médio vão.

Compara-se agora no gráfico 3.11 a largura relativa dos pilares em função do vão do arco. Analisando este gráfico nota-se que nesta amostra a relação W/s varia maioritariamente entre 0,20 e 0,40.

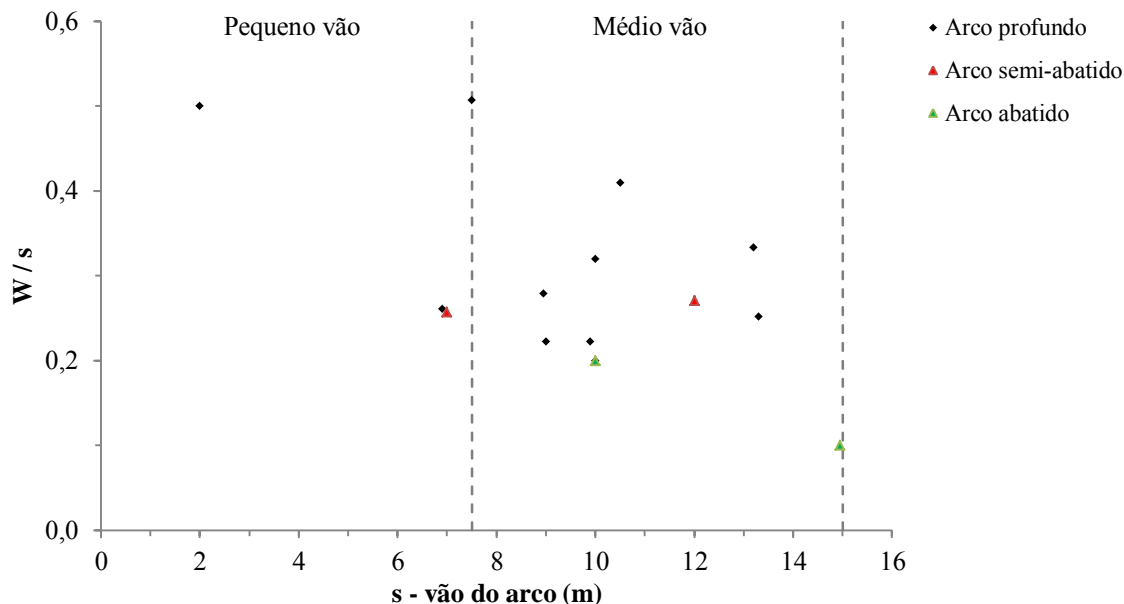


Gráfico 3.11 - Relação da largura relativa dos pilares (W/s) com o vão

Altura do pilar (W) / vão do arco (s)

No gráfico 3.12, a seguir representa-se a relação entre a altura dos pilares (H) e o vão do arco (s), obtida do levantamento geométrico.

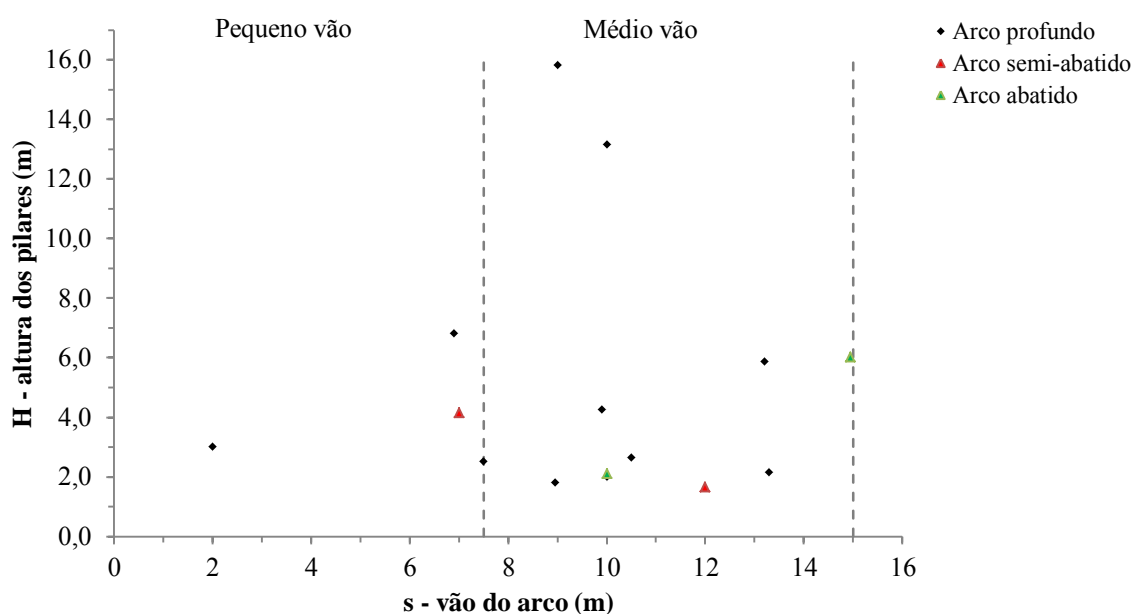


Gráfico 3.12 - Relação entre a altura dos pilares e o vão do arco

No gráfico 3.13, representa-se a relação entre a largura dos pilares (W) em função da sua altura (H).

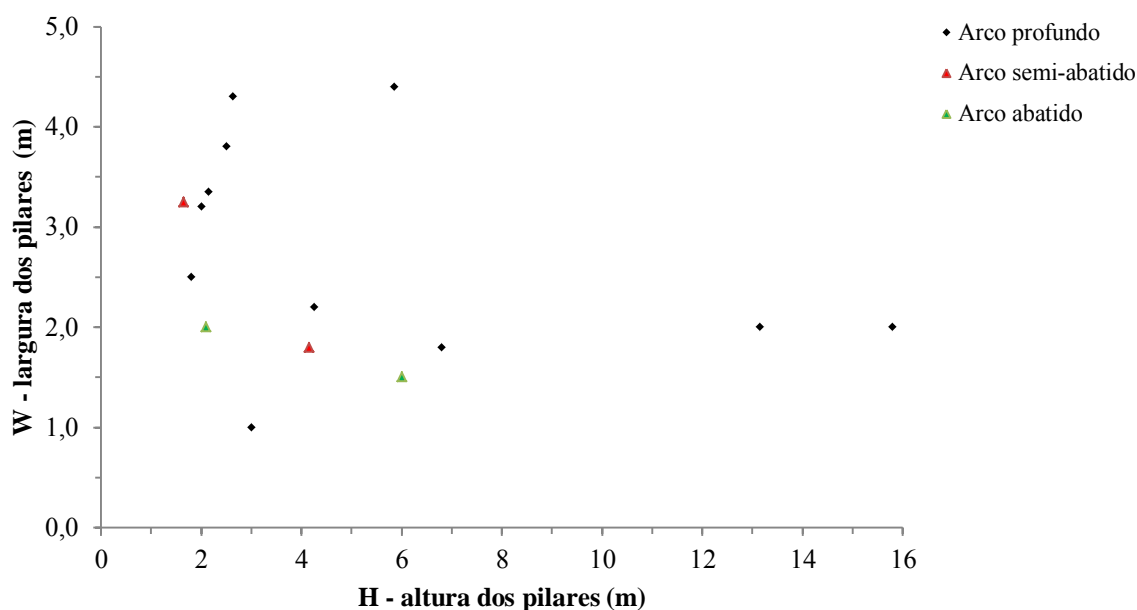


Gráfico 3.13 - Relação entre a largura e a altura dos pilares

No gráfico 3.13 que representa a relação W/H , verifica-se que 87% dos pilares têm altura a variar entre 1,0m e 6,8m apresentando larguras a variar de 1,0m e 4,4m. As duas pontes com os pilares de maior altura têm uma largura de 2,0m e ambas foram construídas por volta do ano 1900, o que face ao resto da amostra, revela um aparente conhecimento mais aprofundado sobre a construção deste tipo de pontes.

Para melhor análise da amostra, representa-se nos gráficos 3.14 e 3.15 a seguir, outras relações entre a largura e a altura dos pilares com a profundidade relativa dos arcos. As linhas a tracejado, presentes nos gráficos, representam os limites estabelecidos anteriormente para agrupar os arcos, de acordo com a sua profundidade relativa (r/s).

Analisando estes gráficos 3.14 e 3.15, não se consegue retirar qualquer relação entre as razões H/W e W/s com a profundidade relativa dos arcos, isto devido à baixa representatividade da amostra.

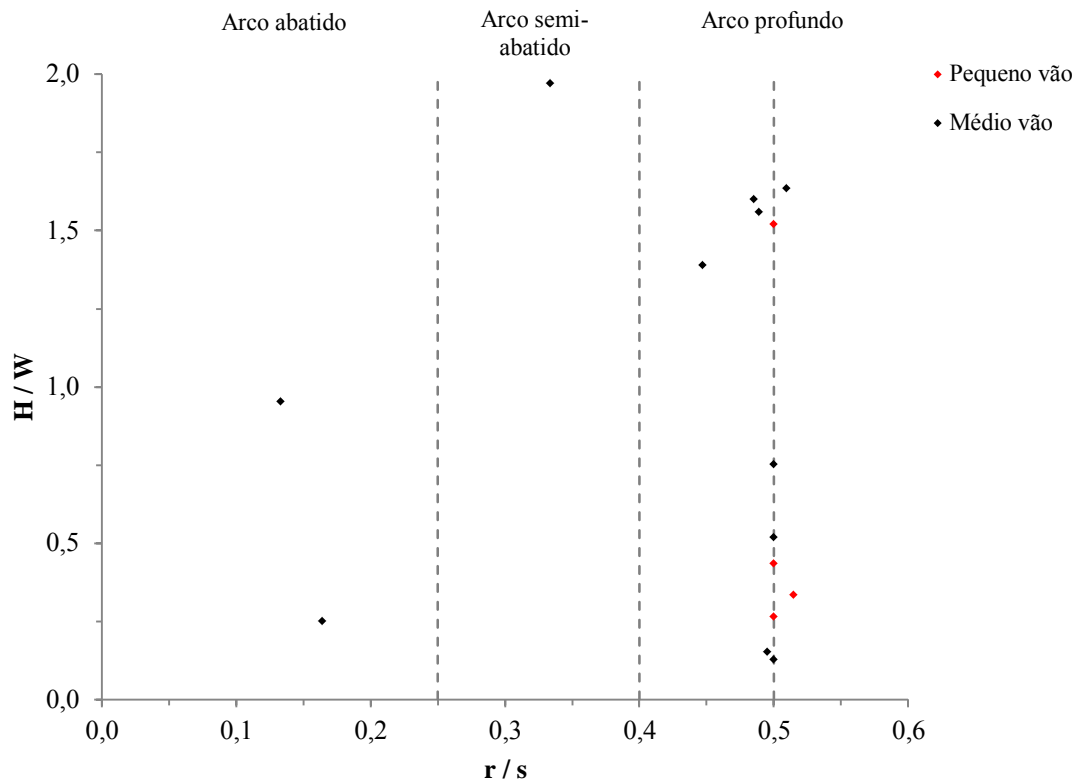


Gráfico 3.14 - Relação entre a razão H/W e a profundidade relativa dos arcos

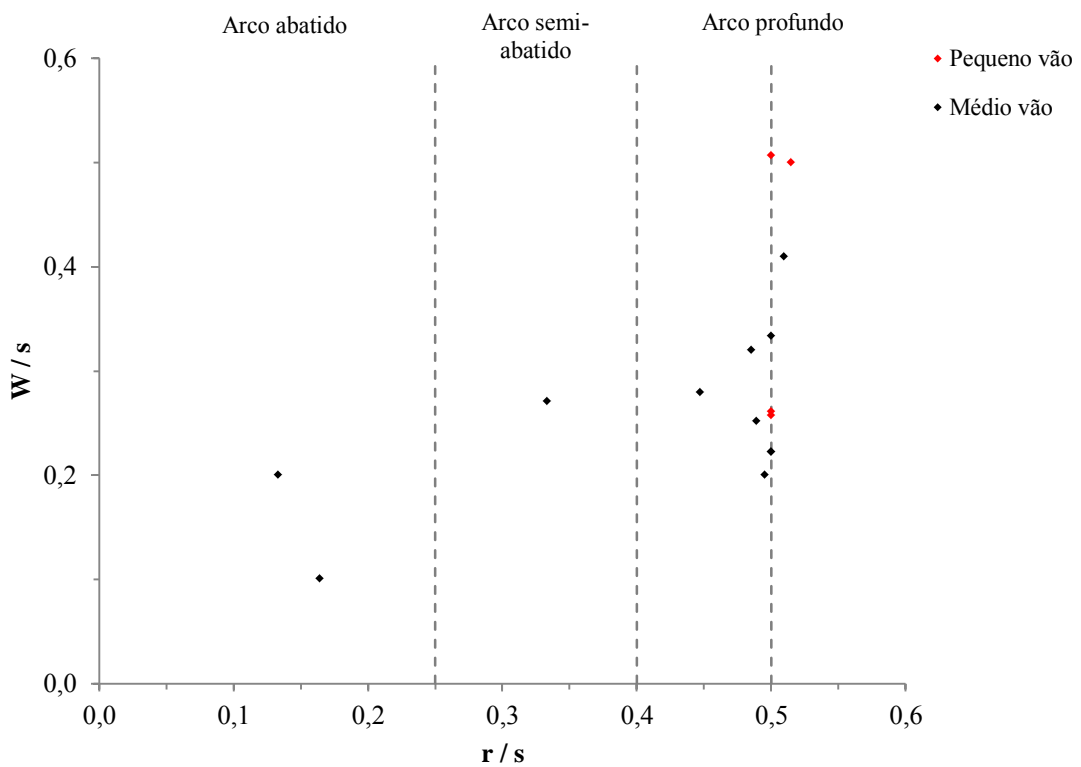


Gráfico 3.15 - Relação entre a razão W/s e a profundidade relativa dos arcos

Comparando agora o gráfico 3.16, que traduz a relação W/H em função do comprimento do vão dos arcos, verifica-se mais uma vez que devido à reduzida representatividade da amostra em pontes de múltiplo arco não se consegue perceber nenhuma relação entre estes parâmetros da amostra.

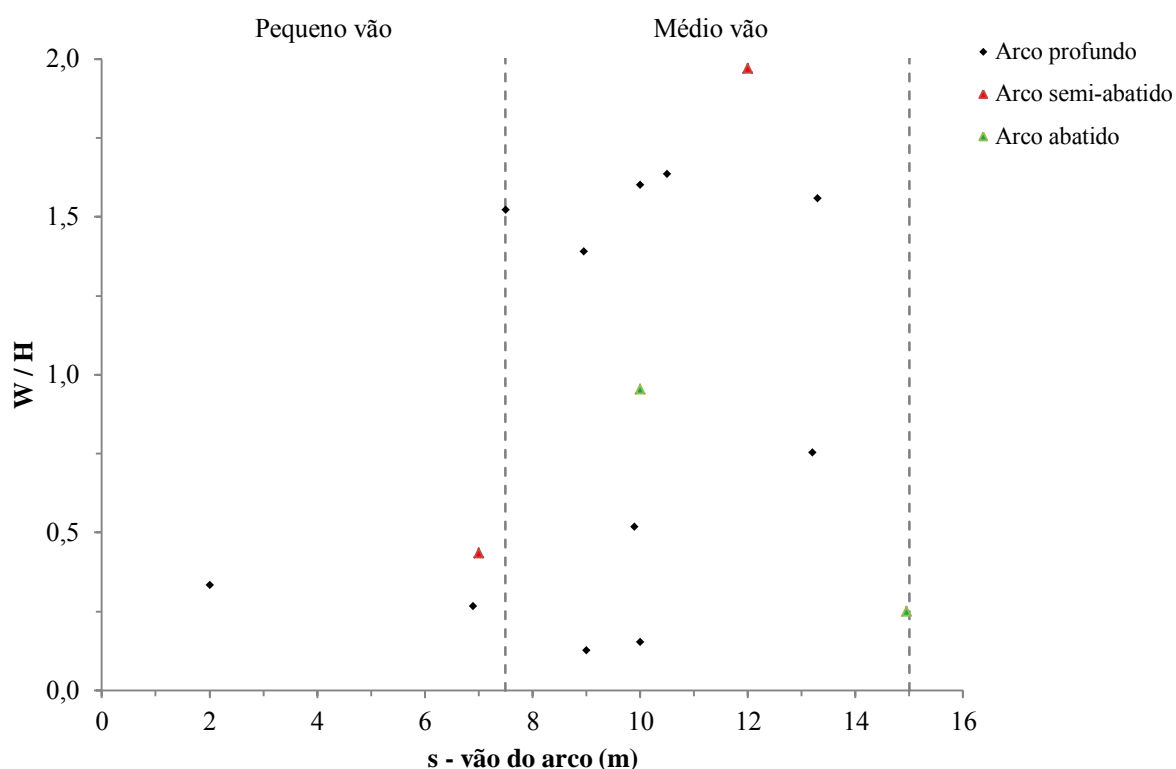


Gráfico 3.16 - Relação entre a razão W/H e o comprimento dos arcos

Outras relações geométricas

Pensando no desenvolvimento de trabalhos futuros, vai-se nos gráficos a seguir representados, mostrar as relações entre a razão t/s com a profundidade relativa do arco r/s (gráficos 3.17 e 3.19) e a relação entre a razão t/r com r/s (gráficos 3.18 e 3.20), de acordo com o respetivo tipo de vão. Pretende-se assim facilitar a identificação de pontes de referência representativas da amostra em trabalhos futuros.

- Pontes de pequeno vão:

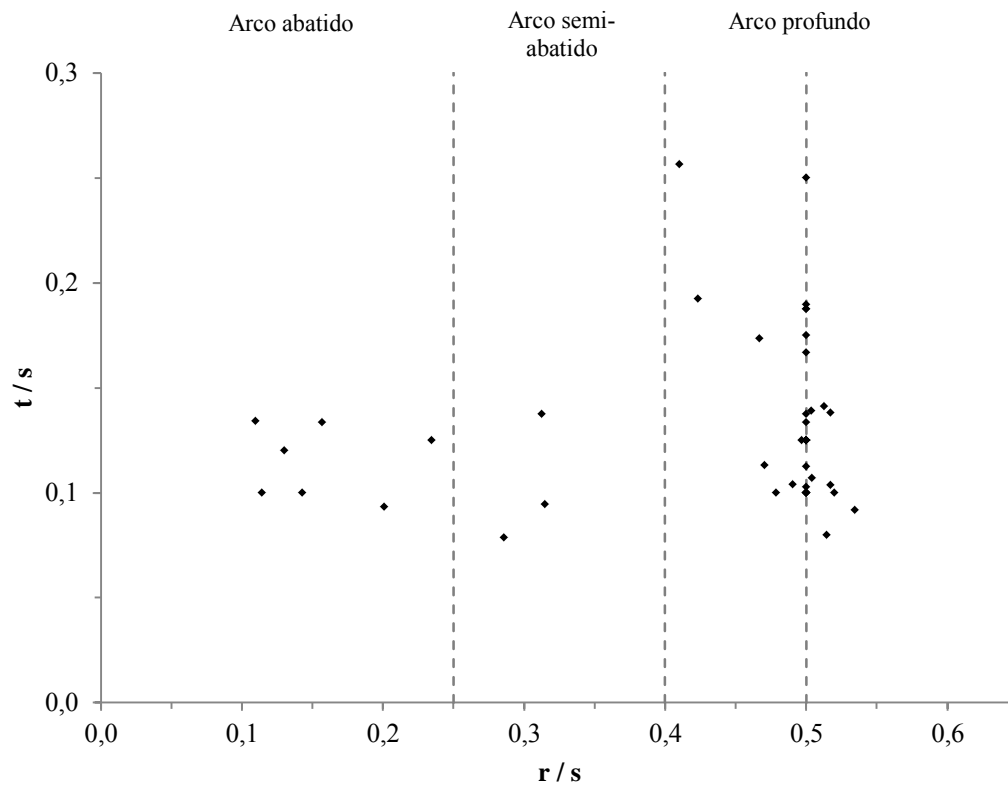


Gráfico 3.17 - Relação geométrica entre a razão t/s e a profundidade relativa do arco das pontes de pequeno vão

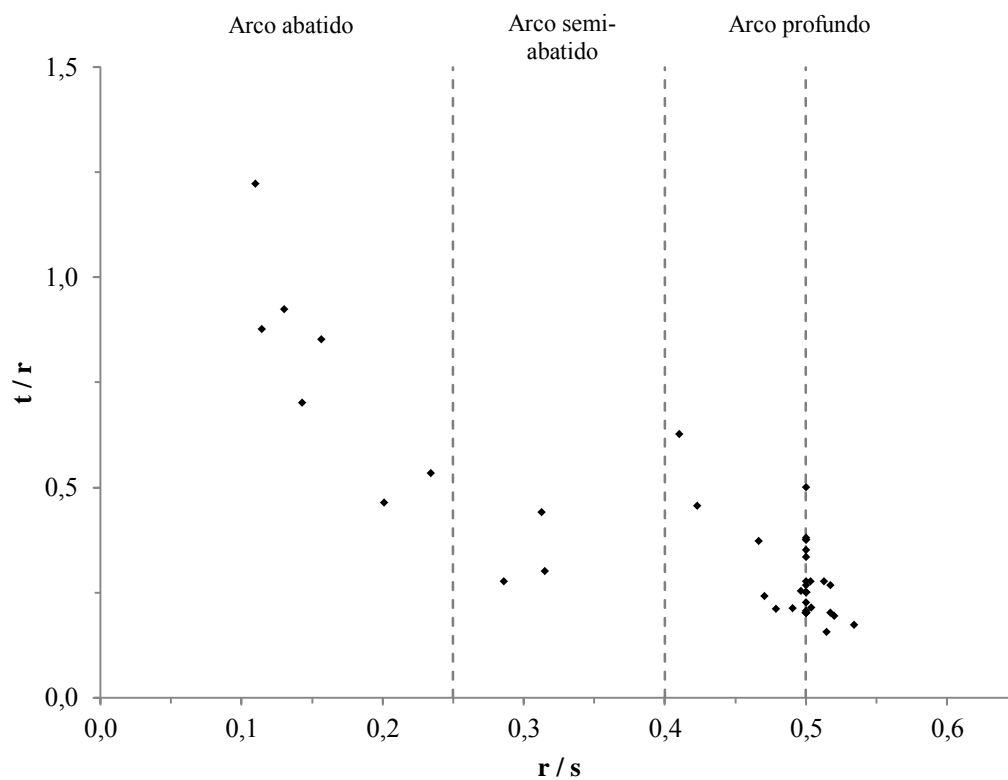


Gráfico 3.18 - Relação geométrica entre a razão t/r e a profundidade relativa do arco das pontes de pequeno vão

- Pontes de médio vão:

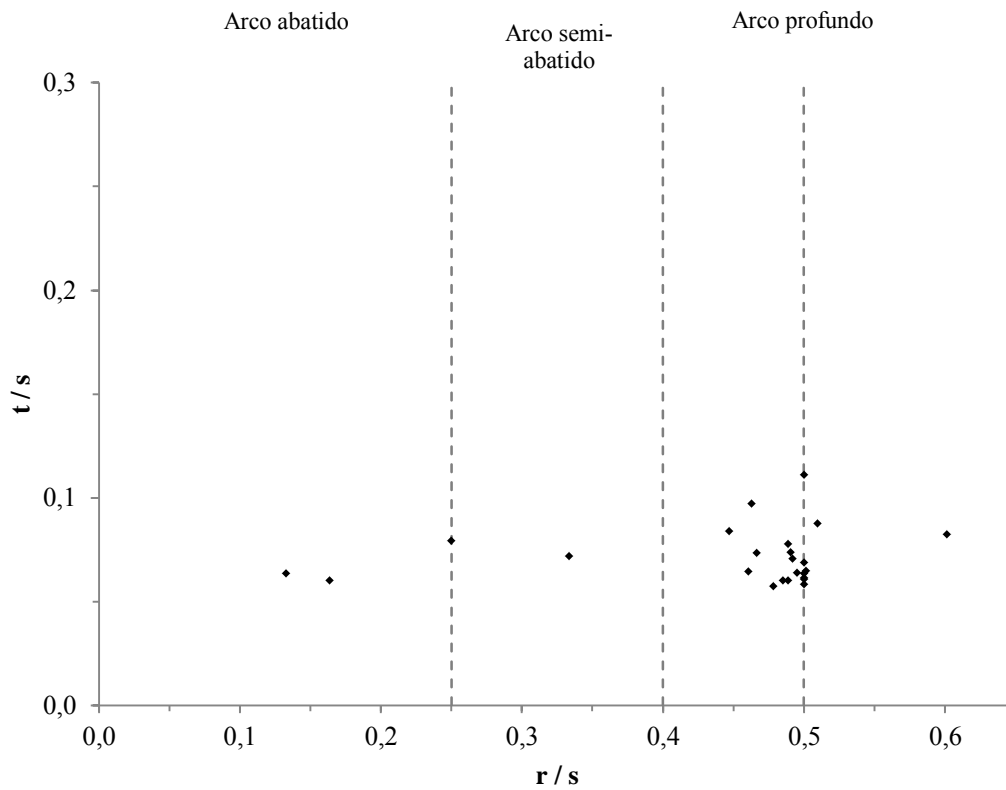


Gráfico 3.19 - Relação geométrica entre a razão t/s e a profundidade relativa do arco das pontes de médio vão

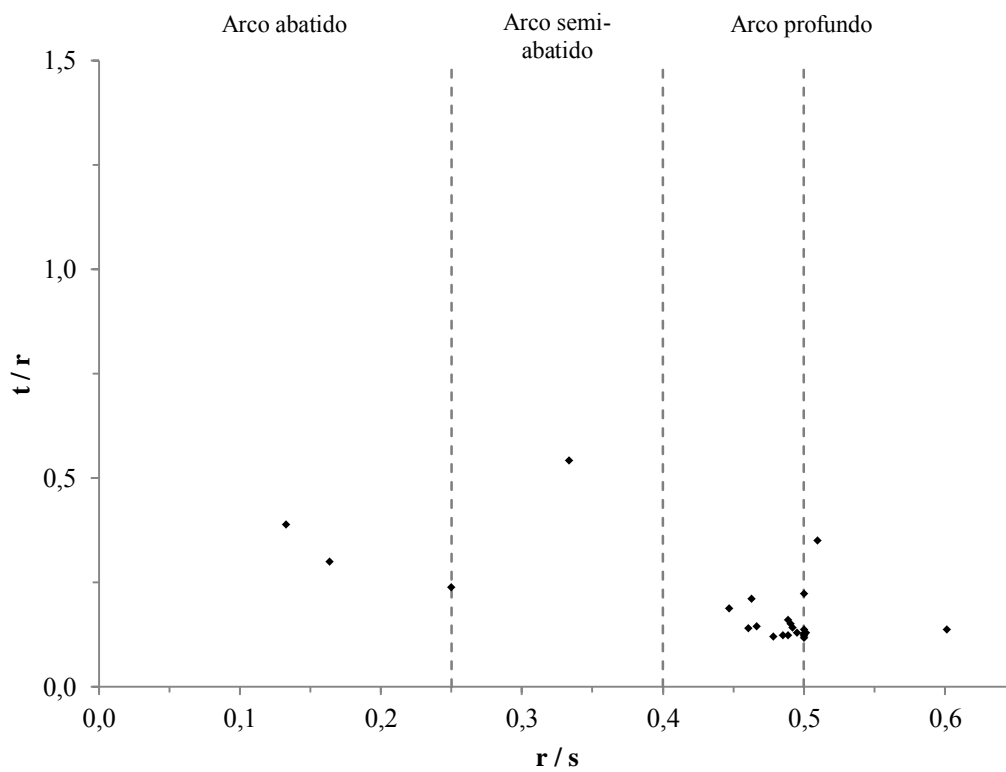


Gráfico 3.20 - Relação geométrica entre a razão t/r e a profundidade relativa do arco das pontes de médio vão

Observando os quatro gráficos anteriores, notam-se valores da razão t/s , em função da profundidade relativa, menores para os vãos médios. A relação da razão t/r tende a diminuir com o aumento da profundidade relativa.

Salienta-se a reduzida representatividade das pontes com arco múltiplo na amostra, podendo as conclusões não ser fidedignas, para que estas se possam extrapolar.

3.4. Conclusões do levantamento geométrico da amostra

As primeiras conclusões a retirar da amostra do levantamento das características geométricas das pontes em arco de alvenaria, incluídas na rede rodoviária de estradas nacionais do distrito de Bragança são:

- 1- 90% das pontes são Contemporâneas, construídas entre o séc. XIX e séc. XX;
- 2- 80% das pontes são de arco simples;
- 3- 73% das pontes têm arco semi-circular;
- 4- na sua construção só é utilizada pedra de granito e xisto, ou a combinação das duas, as predominantes na zona;
- 5- só existem pontes com arcos de pequeno e médio vão, 66% e 34% da amostra respectivamente;
- 6- 80% dos arcos são profundos;
- 7- do total de quinze pontes com arco múltiplo, catorze têm arcos de médio vão.

Pode-se também concluir que a orografia é um fator bastante influenciador na escolha do tipo de pontes, tendo o distrito de Bragança um terreno bastante montanhoso, e por conseguinte, estradas muito sinuosas leva a que, provavelmente por razões económicas, se construíssem pontes de pequeno e médio vão.

Do levantamento geométrico que inclui também um registo fotográfico de todas as pontes da amostra, conclui-se também que:

- quase 50% da amostra sofreu alterações geométricas, mais propriamente com o aumento da largura do tabuleiro;
- apresentam na generalidade um bom estado de conservação, salvo rara exceção.

Representando graficamente a relação geométrica t/s da representatividade da amostra (gráfico 3.21), isto é, representar só as pontes com arco profundo de pequeno e médio vão, obtemos o seguinte resultado:

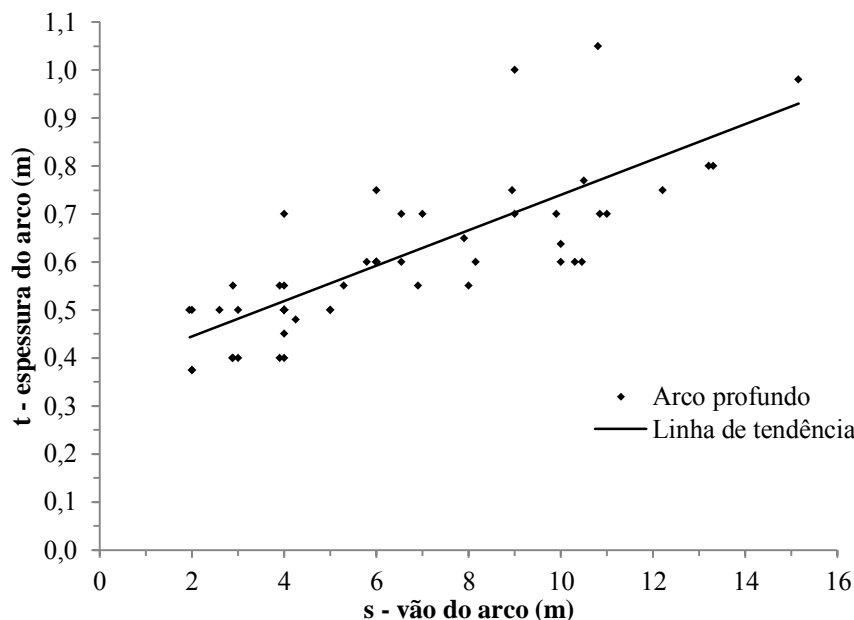


Gráfico 3.21 - Tendência da relação t/s de arcos profundos da amostra

Fazendo uma reta de regressão linear, que traduza a relação entre a espessura do arco e o vão do arco, para as pontes de arco profundo da amostra, obtém-se a seguinte relação empírica do levantamento das pontes em arco de alvenaria, pertencentes à rede de estradas nacionais no distrito de Bragança:

$$t = 0,3712 + 0,0369 \times s \quad (2.3)$$

Esta relação empírica será no capítulo 4, comparada com as regras empíricas históricas dos antigos construtores abordados no capítulo 2.

4. COMPARAÇÃO GEOMÉTRICA DAS PONTES COM AS REGRAS ANTIGAS DE CONSTRUÇÃO

Como descrito no capítulo 2, o dimensionamento de pontes em arco de alvenaria era baseado em regras empíricas geométricas de razão entre dimensões, normalmente proporcionais ao vão a vencer, que os construtores antigos foram refinando ao longo dos tempos, pelo método de tentativa e erro. Estas regras eram transmitidas de geração em geração de construtores, de pai para filho e através de tratados escritos que circulavam em meios restritos, o conhecimento sobre a construção de pontes era preservado e guardado.

Neste capítulo relacionam-se as características geométricas das pontes da amostra com as regras empíricas históricas, praticadas pelos construtores antigos, propostas pelos vários autores (ver capítulo 2.5) e com as regras empíricas resultantes dos levantamentos geométricos efetuados por Gambarotta (1999) e Lagomarsino et al. (1999) em Itália (ver capítulo 2.6).

4.1. Relações empíricas históricas

No estabelecimento das regras empíricas históricas, para dimensionamento das pontes em arco de alvenaria, os construtores antigos pretendiam assegurar a estabilidade da construção sem sobredimensionar a estrutura, principalmente o arco. Para o efeito, basearam-se essencialmente na relação geométrica entre o vão do arco e a sua espessura. Em muitos casos foram estabelecidas regras diferentes para arcos profundos e para arcos abatidos.

Relação entre a espessura do arco e o vão do arco

No gráfico 4.1, comparam-se os valores obtidos da amostra do levantamento geométrico de arcos profundos e abatidos com as regras empíricas históricas, elaboradas pelos autores que mais se destacaram ao longo da história.

As regras empíricas históricas aplicáveis a grandes vãos não foram comparadas com a amostra, uma vez que esta não tem pontes de grande vão.

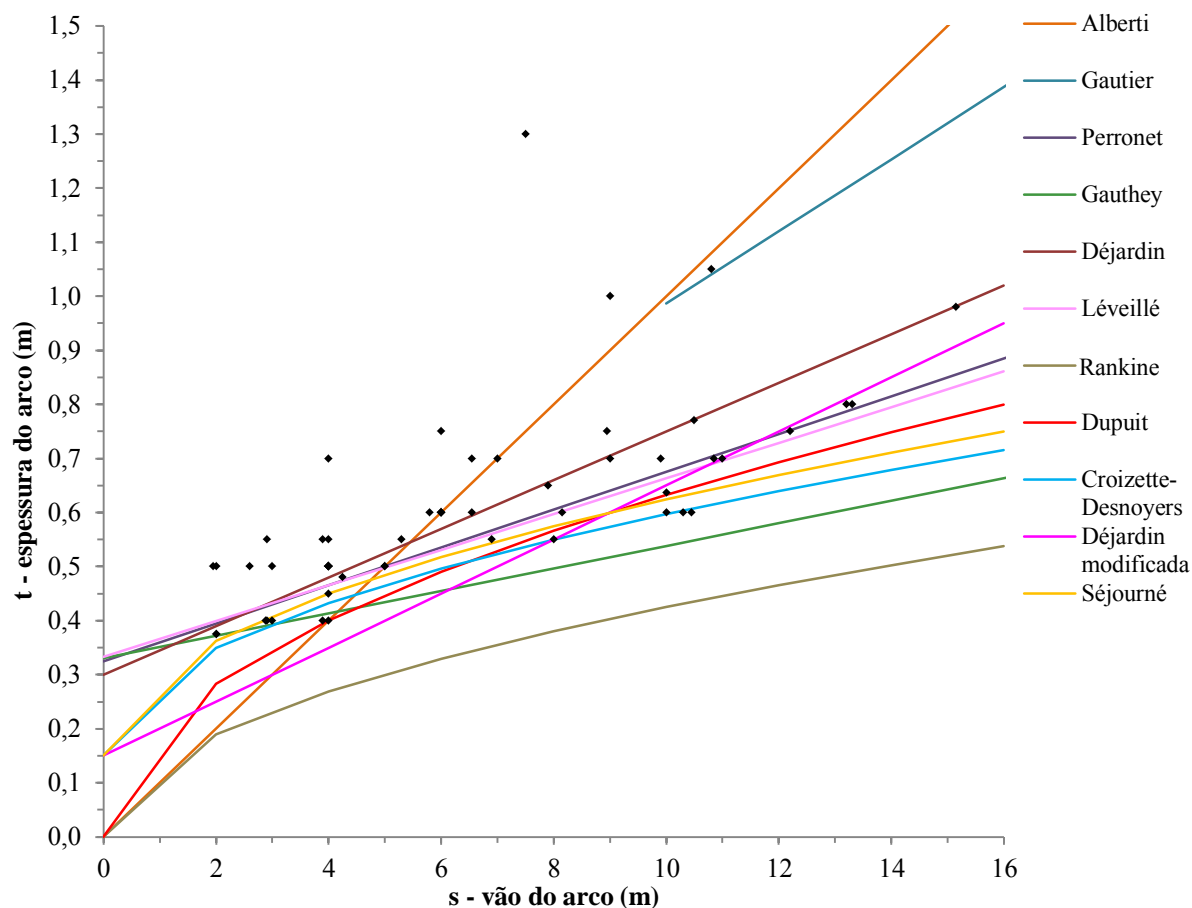


Gráfico 4.1 - Relações t/s das pontes de arco profundo confrontadas com as regras empíricas históricas

Fazendo uma análise do gráfico anterior, vê-se que na sua generalidade a amostra está dentro dos parâmetros definidos pelas regras empíricas que os autores mais consagrados estabeleceram ao longo da história. Consta-se também que esta amostra não tem arcos que sigam as regras empíricas apresentadas por Rankine, que é aquele que apresenta espessuras de arco menores em função do vão do arco. Talvez os construtores das pontes do distrito de Bragança preferissem estar mais do lado da segurança.

Salienta-se também, que existe na amostra uma quantidade significativa de pontes com espessura do arco, acima das linhas que traduzem as regras empíricas mais conservadoras, o que evidencia aparentemente um sobredimensionamento destes arcos. Entre estes casos o que mais se destaca corresponde à ponte velha de Gimonde, que data da época Romana e reconstruída na época Medieval, e é totalmente construída com pedra de xisto.

Alguns dos autores referidos anteriormente, propuseram também, regras que relacionam a espessura do arco com o comprimento do vão mas para pontes com arcos do tipo abatido. Comparam-se agora, no gráfico 4.2, essas regras para as pontes de arco abatido e semi-abatido da amostra.

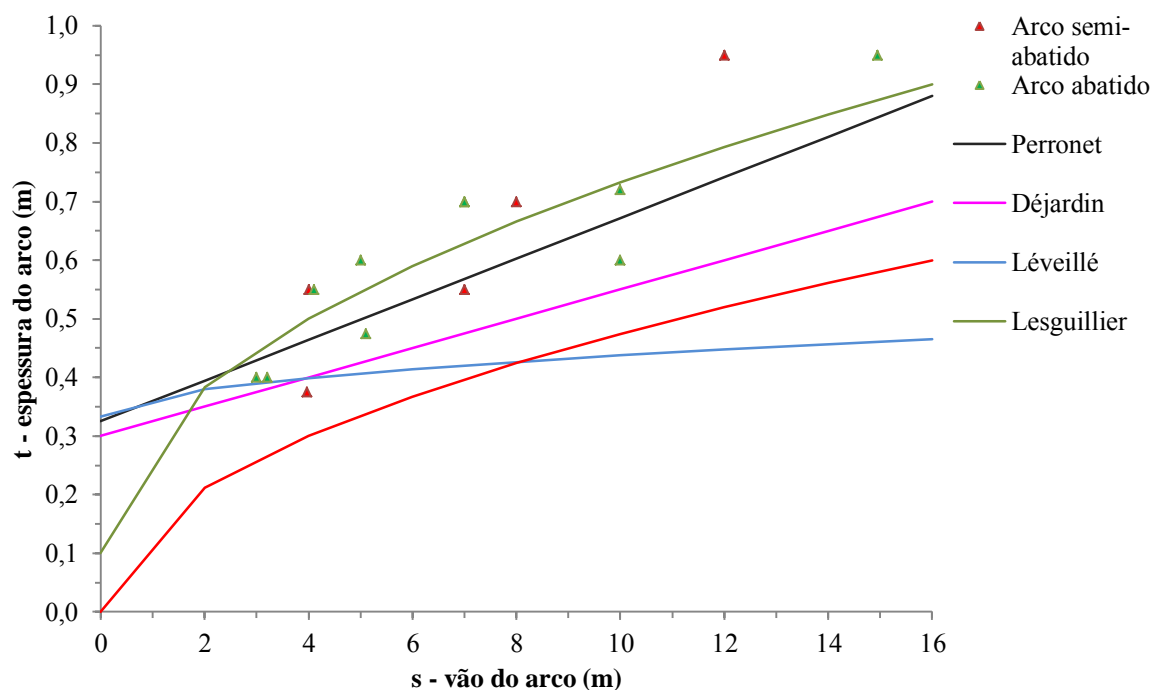


Gráfico 4.2 - Relações entre t/s das pontes de arco abatido e semi-abatido confrontadas com as regras empíricas históricas de arcos abatidos

Como se pode ver é perceptível, que de acordo com as regras empíricas históricas propostas para os arcos abatidos, aproximadamente metade dos arcos da amostra estão sobredimensionados, apresentando uma tendência para acompanhar a regra empírica de Lesguillier, sendo que os restantes aproximam-se das regras empíricas mais conservadoras.

Salienta-se que o reduzido tamanho da amostra torna os resultados pouco representativos da realidade.

Numa tentativa de encontrar uma ligação entre a relação t/s destas pontes e as regras empíricas, relacionaram-se estas com as regras de construção de arcos profundos. Como se pode ver no gráfico 4.3 a seguir, a espessura do arco na chave destas pontes coincide em bastantes casos com valores propostos por alguns autores.

Pode-se assim concluir que, estes arcos foram construídos aplicando a técnica dos arcos abatidos mas aplicando relações geométricas de arcos profundos que, em regra, davam espessuras de arco superiores às regras empíricas dos arcos abatidos.

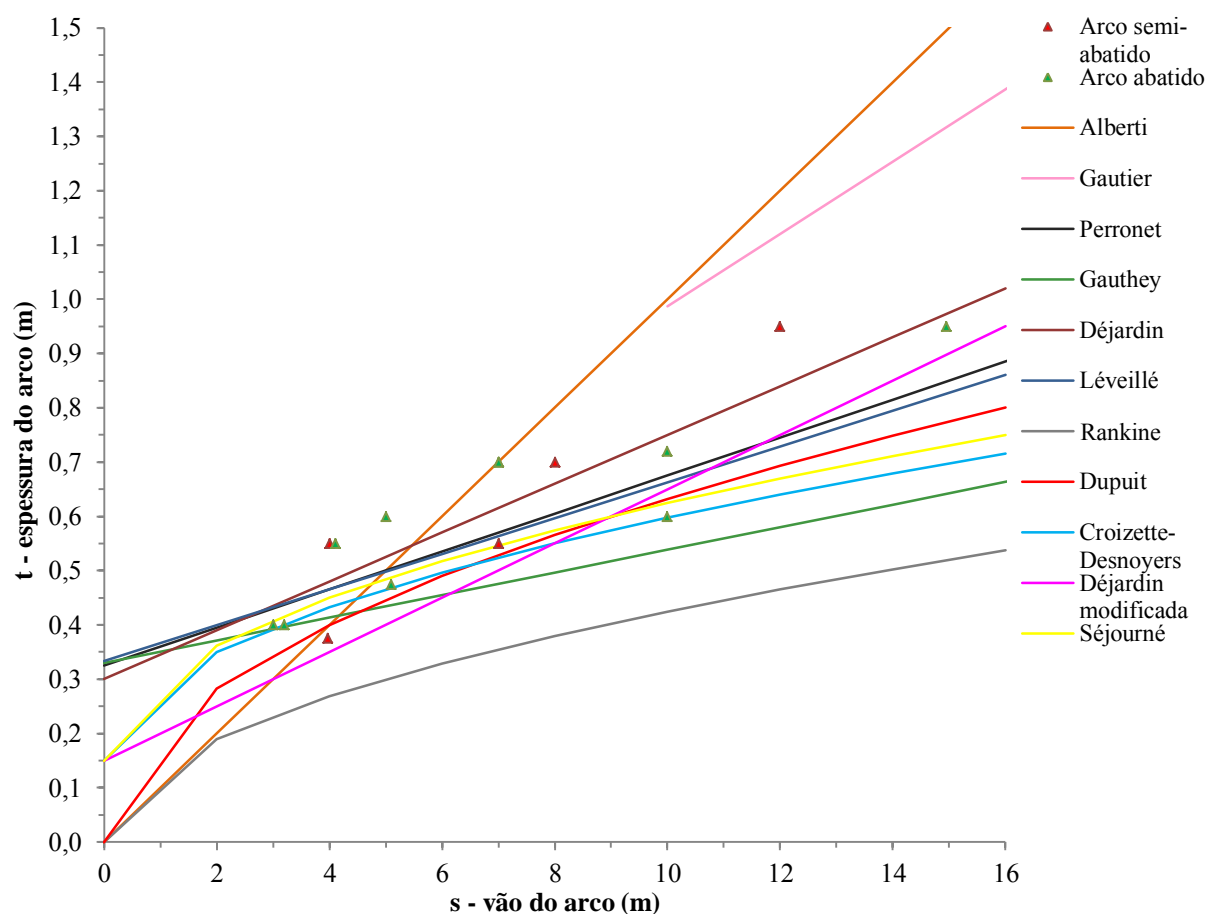


Gráfico 4.3 - Relações t/s das pontes de arco abatido e semi-abatido confrontadas com as regras empíricas de arcos profundos

Relação entre a largura do pilar e o vão do arco

Para além da relação entre a espessura do arco e o comprimento do vão os autores anteriores também se preocuparam em estabelecer relações históricas que traduzissem a largura dos pilares em função do vão do arco.

Vai-se agora representar, no gráfico 4.4, essas relações históricas e compará-las com os parâmetros geométricos dos pilares da amostra em estudo. Como todas as regras empíricas dos construtores antigos, que relacionam a largura dos pilares com o vão do arco, são retas de regressão linear, vai-se representar neste gráfico a relação W/s com o vão do arco de forma a termos linhas horizontais e facilitar assim a comparação da nossa amostra.

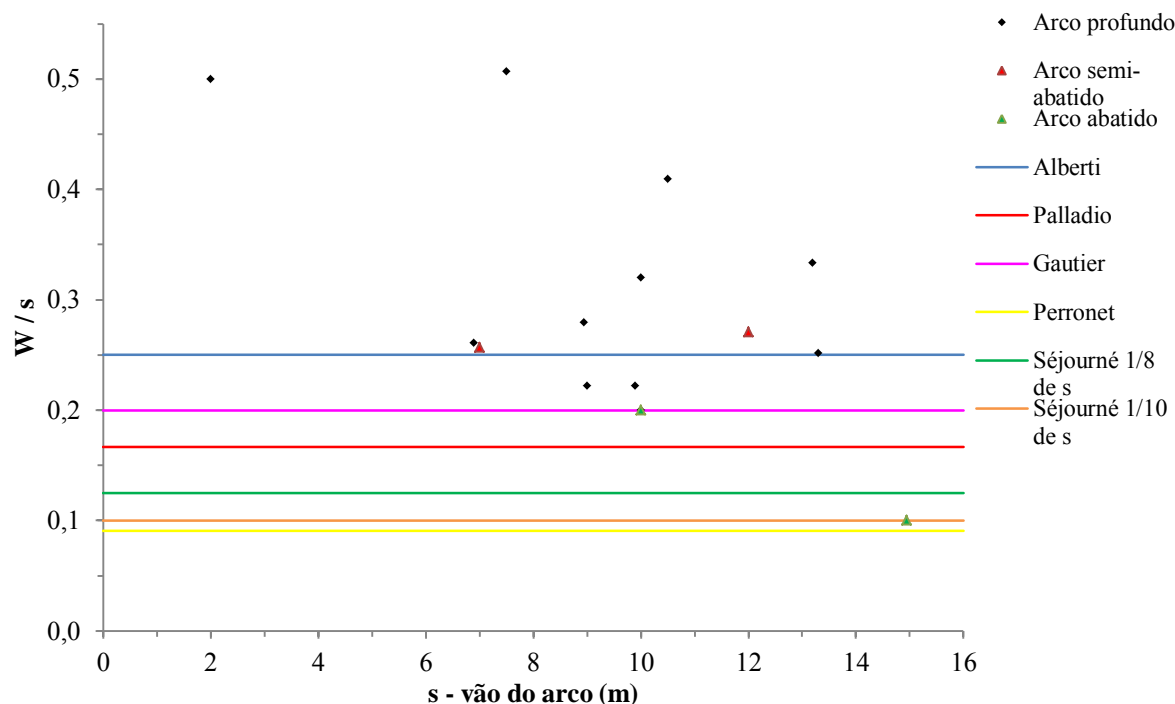


Gráfico 4.4 - Relações entre largura dos pilares com o vão do arco confrontadas com as regras empíricas históricas

Confirma-se, mais uma vez, pela análise do gráfico anterior, que as pontes de construção mais antiga são aquelas que apresentam pilares mais robustos, e com largura superior às preconizadas pela regra de Alberti, o que indica um sobredimensionamento. Mas mesmo as construídas mais recentemente estão dentro do intervalo, mais conservador, que apontava uma relação w/s a variar entre $1/5$ e $1/4$ do comprimento do vão. Uma provável razão desta ocorrência, será por causa de estas pontes servirem para transpor cursos de água fluviais os quais estão sujeitos a épocas de cheia durante o inverno e assim os construtores optarem pelas regras empíricas de construção que oferecessem mais segurança.

Um dado interessante é o da ponte Internacional de Quintanilha (ponte com maior vão no gráfico 4.4) como já referido anteriormente a largura dos seus pilares varia em altura mas, essa variação está dentro dos limites recomendados por Séjourné que propunha que a largura do pilar variasse entre $1/8$ e $1/10$ do comprimento do vão, coincidindo no topo com esta última.

Da análise do gráfico 4.4, conclui-se que na generalidade as pontes da amostra, respeitam folgadoamente as regras empíricas históricas estabelecidas, mesmo as mais conservadoras com W/s a variar entre $1/5$ e $1/4$ do vão. Salienta-se que, nesta perspetiva, as pontes mais antigas são aquelas que apresentam um maior grau de sobredimensionamento da largura dos pilares, que superam os valores preconizados pela regra de Alberti em 1452.

Relação entre a altura e a largura do pilar

O gráfico 4.5, estabelece a relação entre W/H para os pilares das pontes da amostra.

No gráfico representa-se também a linha correspondente à regra empírica de Alberti, estabelecida em 1452, para relacionar estes dois parâmetros dos pilares.

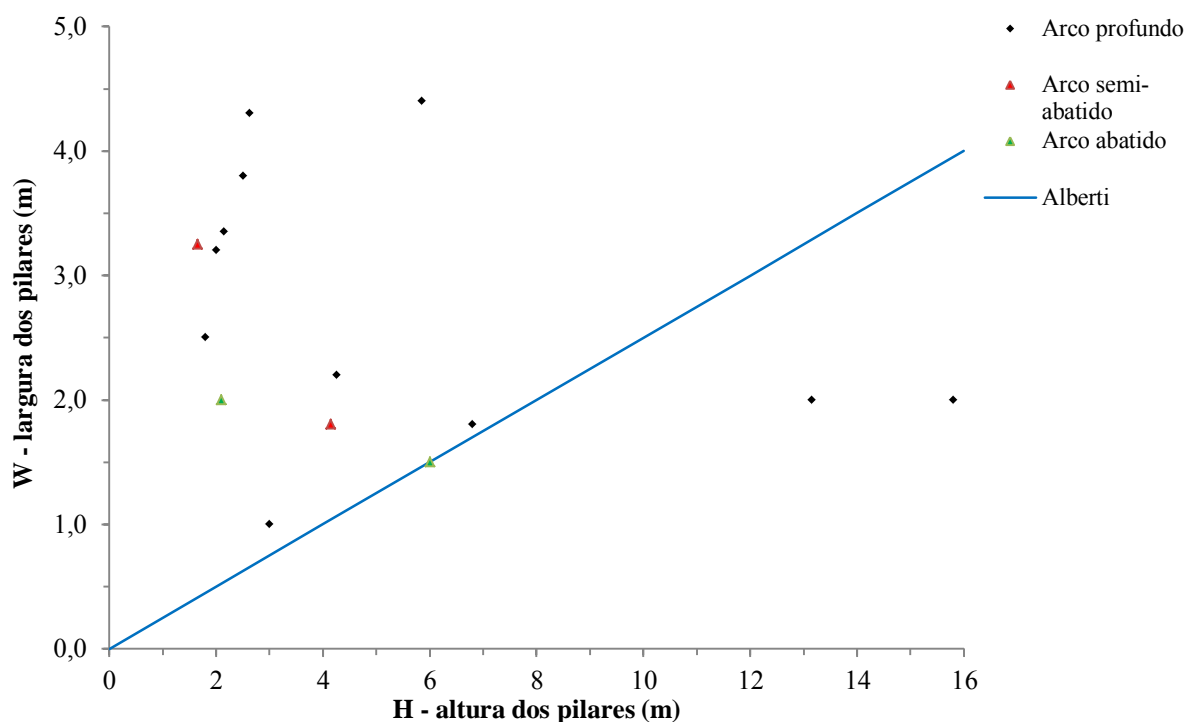


Gráfico 4.5 - Relação entre a largura dos pilares com a sua altura

Da análise comparativa, é aparente que também deste ponto de vista (W/H) os pilares estão sobredimensionados, talvez por causa da mesma razão apresentada antes, para justificar o excesso de largura dos pilares em função do vão do arco.

Verifica-se aqui, que as dimensões dos pilares da ponte Internacional de Quintanilha (ponte nº 23) coincidem agora com a regra empírica histórica de Alberti. Também a ponte sobre o rio Baceiro (ponte nº 4) na EN103, se constata esta concordância com Alberti.

Estas constatações indicam que as regras empíricas históricas de construção, ainda se mantinham vigentes no séc. XX quando foram construídas.

Ao contrário da ponte sobre o rio Rabaçal (ponte nº 1) e da ponte de Santa Maria sobre o rio Sabor (ponte nº 27). Estas duas pontes são as que apresentam os pilares com maior altura da amostra, e que claramente, como se vê no gráfico 4.5, não seguiram a regra empírica de Alberti (1452) que relaciona a largura do pilar com a sua altura.

4.2. Relações empíricas de levantamentos

Lagomarsino et al. (1999) e Gambarotta (1999), como já referido inicialmente, a partir de levantamentos de características geométricas de pontes em arco de alvenaria, em Itália, constataram relações empíricas de natureza geométrica que vamos agora comparar com os parâmetros geométricos da nossa amostra.

Ressalva-se aqui o facto de estes dois levantamentos anteriores, pertencerem na sua maioria a pontes ferroviárias, construídas já na época Contemporânea, pelo que, como é óbvio, foram concebidas para suportarem cargas superiores às pontes rodoviárias. Numa futura análise do comportamento estrutural das pontes da amostra, esta comparação não deverá ser feita devido à diferença das cargas aplicadas.

Relação entre a espessura do arco e o vão do arco

No gráfico 4.6 a seguir, apresenta-se uma comparação das relações geométricas entre a espessura do arco e o seu vão, para as pontes da amostra com as observadas no levantamento geométrico realizado por aqueles dois autores em Itália.

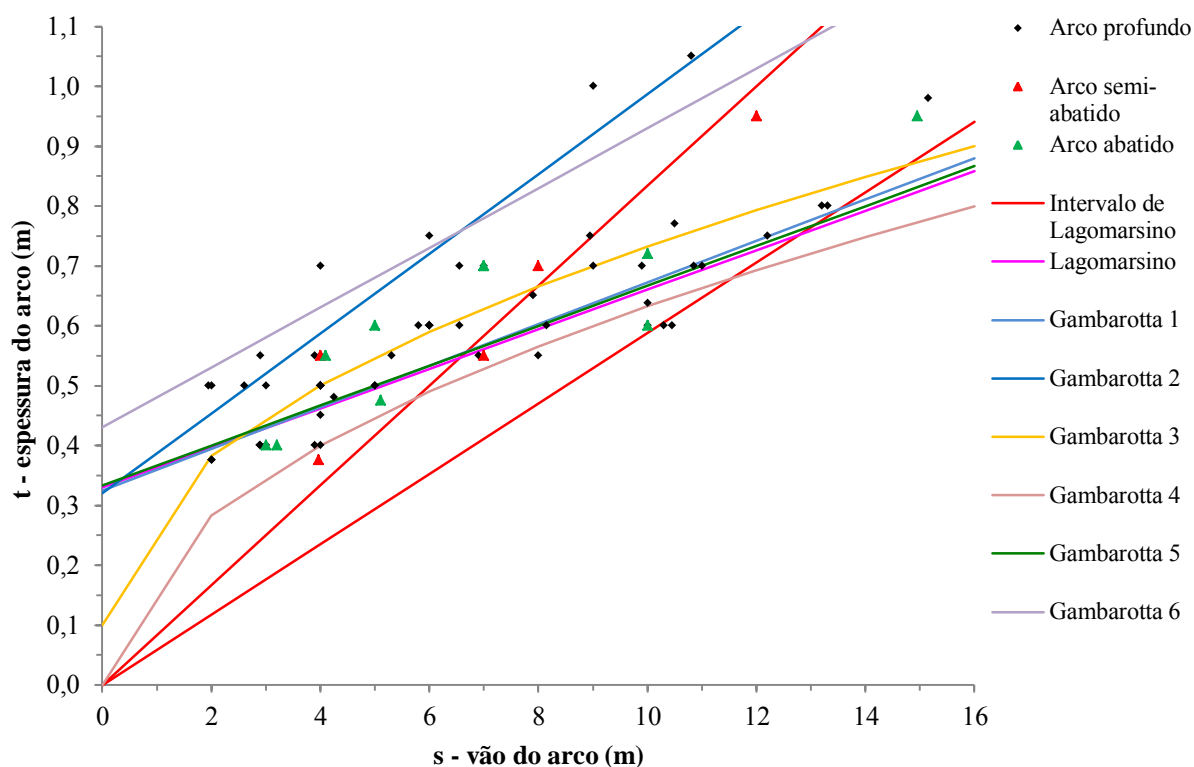


Gráfico 4.6 - Comparação da espessura do arco da amostra com as relações obtidas de outros levantamentos geométricos

A admitir a representatividade dos resultados da amostra, constata-se que as pontes em arco de alvenaria no distrito de Bragança, apresentam arcos com caraterísticas geométricas semelhantes às observadas em Itália. As relações geométricas que estes dois autores obtiveram no seu estudo coincidem, grosso modo, com as caraterísticas das pontes da amostra em estudo.

Assim, pode-se concluir que os construtores dos dois países se basearam em regras empíricas semelhantes, o que indica a transnacionalidade das regras empíricas históricas.

Relação entre a largura dos pilares e o vão do arco

Lagomarsino et al. (1999), também obtiveram relações para a largura dos pilares em função do vão do arco e da largura do pilar em função da sua altura.

No gráfico 4.7, compara-se a relação existente entre a largura dos pilares com o vão do arco, para as pontes da amostra, com as relações empíricas observadas pelo levantamento de Lagomarsino.

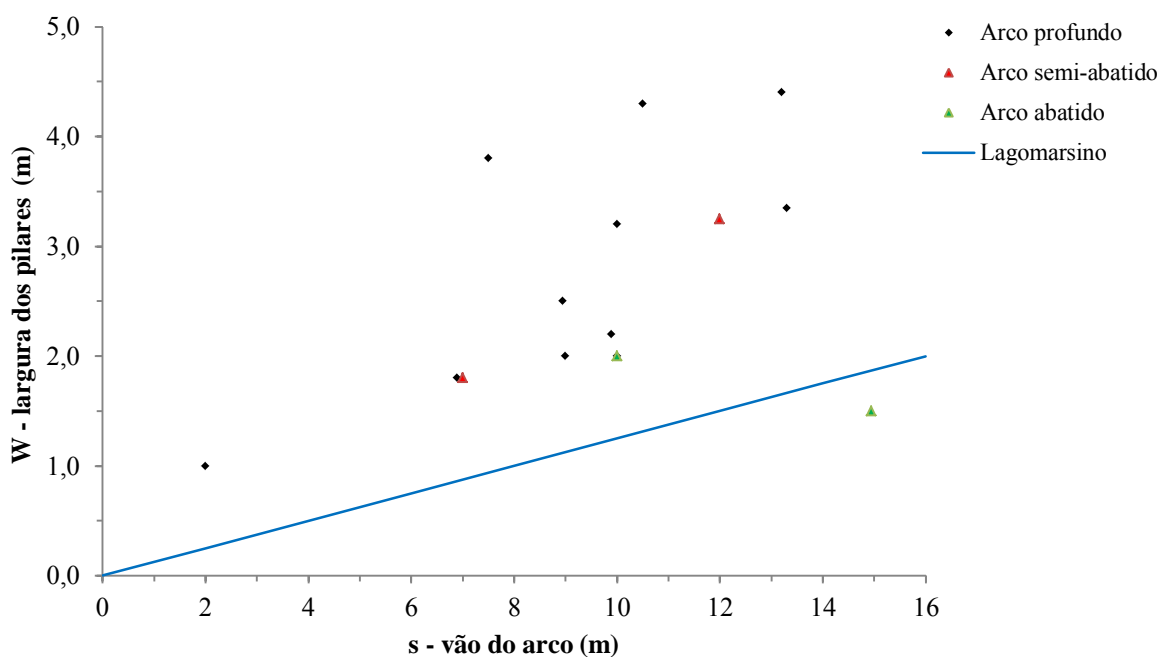


Gráfico 4.7 - Comparação da largura dos pilares da amostra em função do comprimento do vão com o levantamento geométrico de Lagomarsino et al. (1999)

No gráfico 4.8, compara-se a relação entre a largura dos pilares e a sua altura, obtida da amostra, com as relações observadas por Lagomarsino et al. (1999) e com as relações empíricas históricas de Alberti (1452).

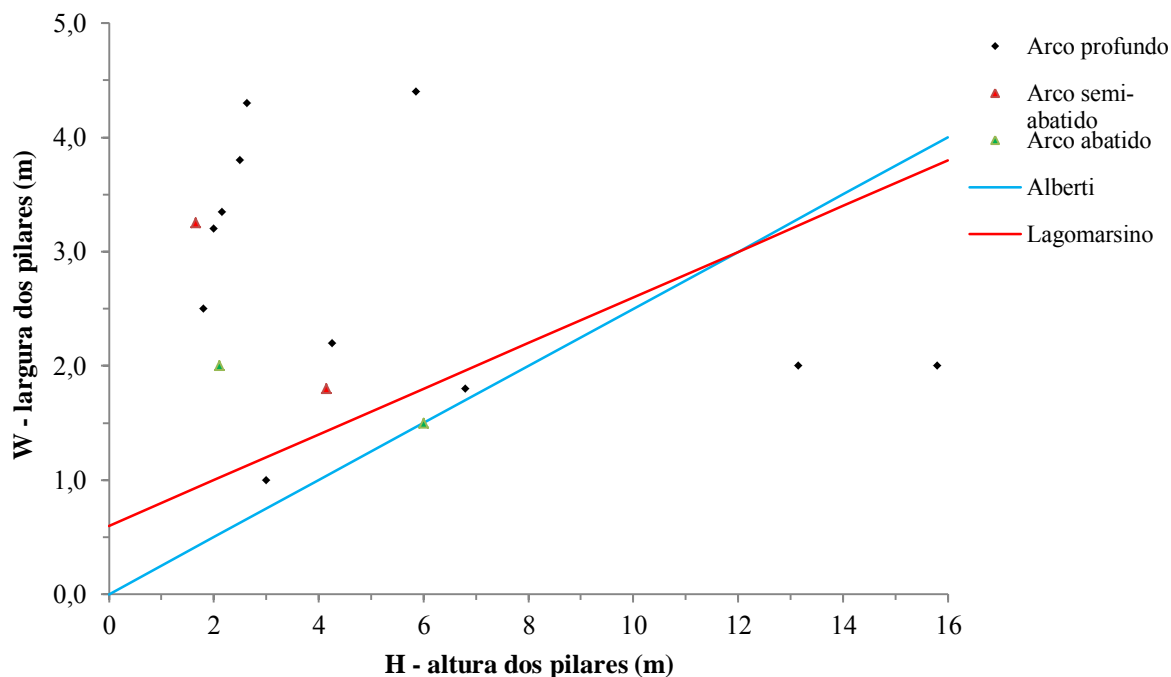


Gráfico 4.8 - Comparação da largura dos pilares em função da altura da amostra com o levantamento geométrico de Lagomarsino et al. (1999) e Alberti (1452)

Os pilares da amostra estão sobredimensionados em relação às regras empíricas encontradas por Lagomarsino et al. (1999) em Itália. Constata-se que a tendência encontrada por estes autores coincide com um dos limites propostos por Séjourné (1914), que estabelece que a largura dos pilares deve ser $1/8$ do comprimento do vão do arco, e também que a regra empírica que relaciona a largura dos pilares com a sua altura pouco difere da regra empírica estabelecida por Alberti em 1452.

O que não se verifica na nossa amostra, como referido anteriormente, a provável razão desta ocorrência, será por causa de estas pontes servirem para transpor cursos de água fluviais, os quais estão sujeitos a épocas de cheia durante o inverno e assim os construtores optarem pelas regras empíricas de construção que oferecessem mais segurança.

4.3. Comparação da representatividade da amostra com as fórmulas empíricas

Compara-se agora a fórmula empírica, dada pela reta de regressão que traduz a relação entre a espessura do arco e o vão do arco, das pontes mais representativas da amostra, ou seja,

das pontes de pequeno e médio vão com arco profundo caracterizadas geometricamente neste levantamento com as regras empíricas históricas, no gráfico 4.9, e com as relações obtidas nos levantamentos de Lgomarsino et al. (1999) e Gambarotta (1999), no gráfico 4.10.

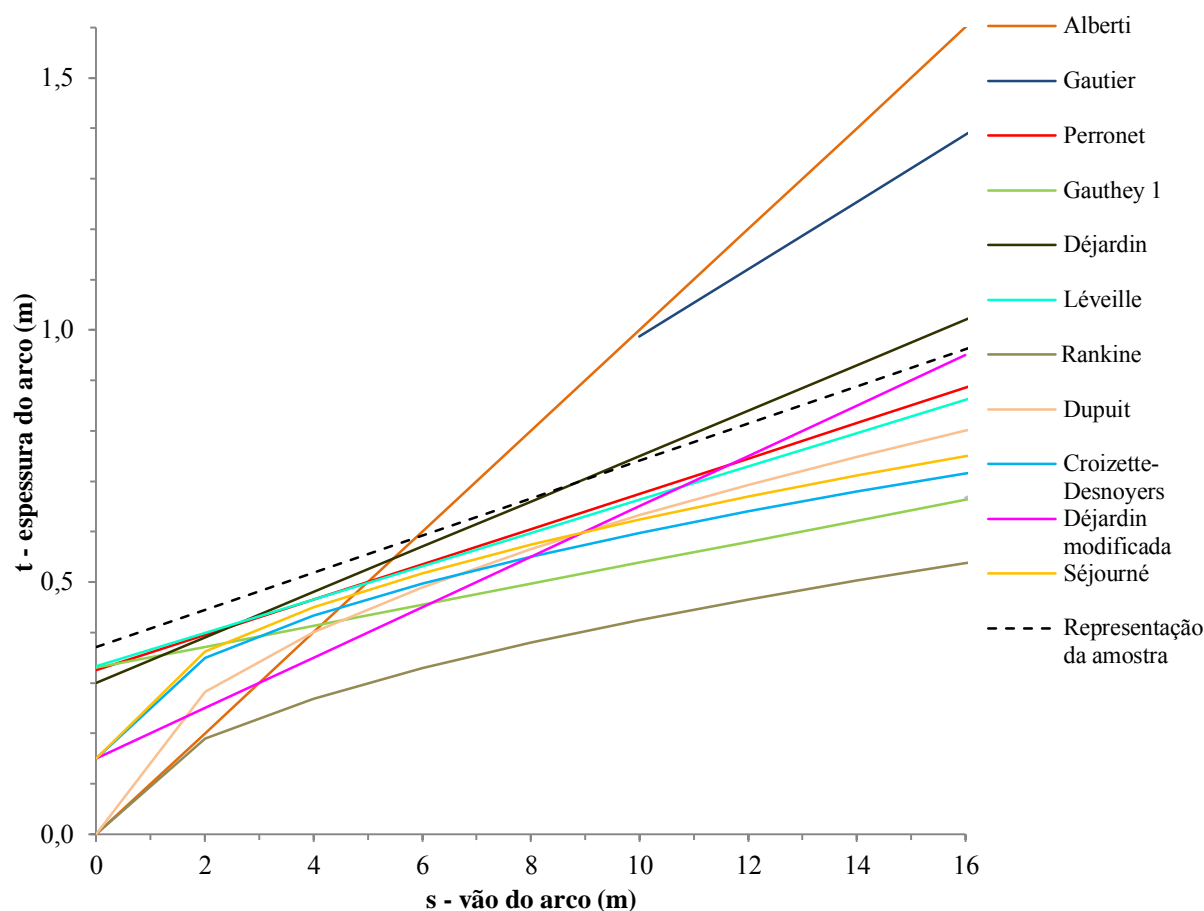


Gráfico 4.9 - Comparação da tendência t/s da amostra com as fórmulas empíricas dos antigos construtores

Analisando o gráfico 4.9, que relaciona a regra empírica obtida da amostra mais representativa do levantamento, com as regras empíricas históricas, verifica-se que:

- a amostra de pontes de pequeno vão têm no geral, uma espessura de arco na chave superior à estabelecida pelas regras empíricas históricas, até dos autores mais conservativos como Alberti (1452), só a partir de vãos a rondar os 6,00m é que fica abaixo deste.
- a partir de vãos com 6,00m até aos 12,00m apresenta valores muito próximos da fórmula empírica de Déjardin, começando depois a diminuir para valores de espessura do arco ligeiramente menores.

Constata-se, que os construtores das pontes da amostra mais representativa aparentam ter seguido as regras empíricas de construção de pontes em arco de alvenaria, deduzidas pelos construtores antigos referenciados, aproximando-se no entanto das regras mais conservativas.

O gráfico 4.10 compara, a regra empírica obtida da amostra mais representativa do levantamento, com as regras empíricas obtidas dos levantamentos de Lagomarsino et al. (1999) e Gambarotta (1999).

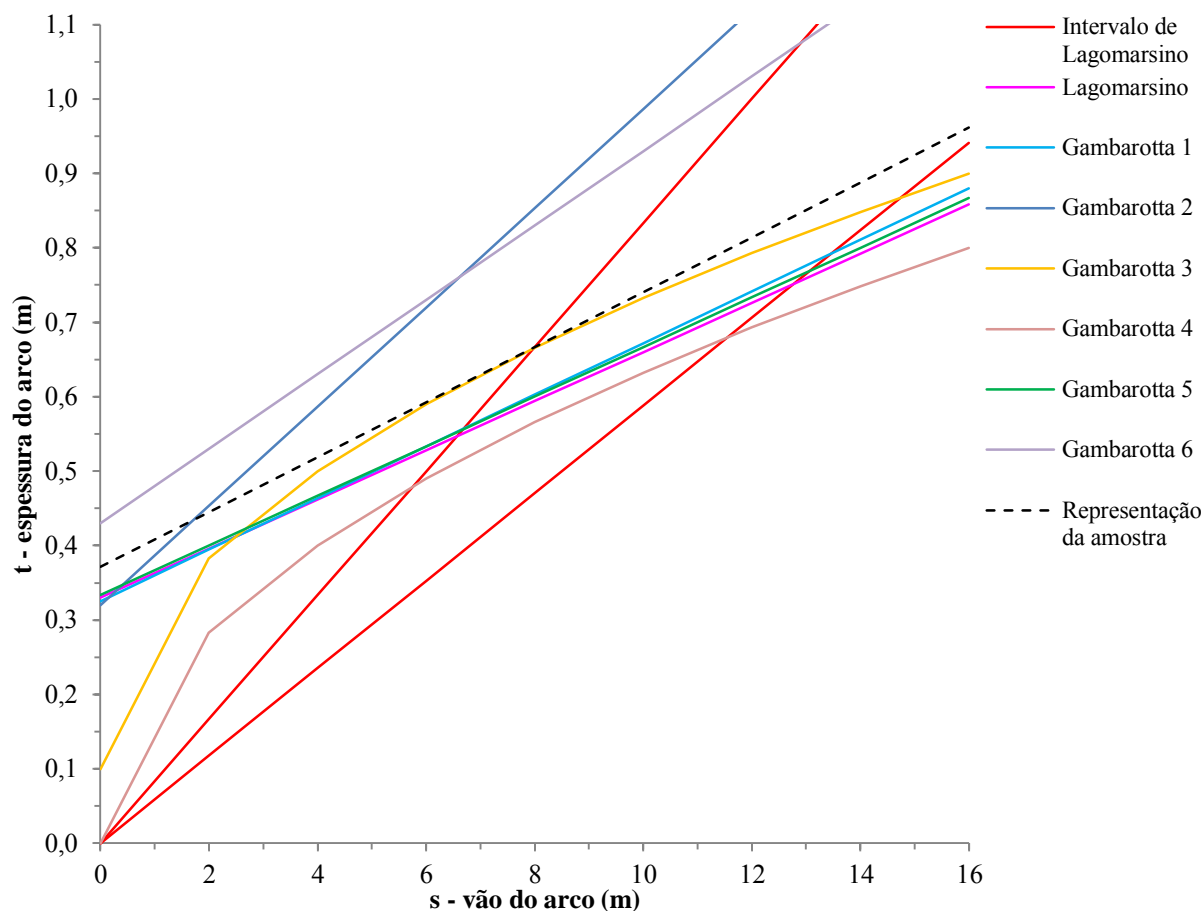


Gráfico 4.10 - Comparação da tendência t/s da amostra com as fórmulas empíricas obtidas dos levantamentos de Lagomarsino et al. (1999) e Gambarotta (1999)

Verifica-se também aqui neste gráfico 4.10, que a relação empírica obtida da relação entre a espessura do arco e o vão do arco, das pontes mais representativas da amostra, está dentro da zona da envolvente dada pela representação das regras empíricas obtidas por Lagomarsino et al. (1999) e Gambarotta (1999).

4.4. Conclusões a retirar da comparação geométrica

Os resultados da comparação entre as relações geométricas das pontes da amostra e as regras empíricas existentes, históricas e de levantamentos, permite concluir que, as pontes em arco de alvenaria, inseridas na rede rodoviária de estradas nacionais, no distrito de Bragança, cumprem na generalidade as regras propostas pelos autores que mais se destacaram nesta área. Ainda assim, com uma tendência para o sobredimensionamento da espessura do arco, que se traduz numa elevada margem de segurança da capacidade resistente do arco, principalmente nas mais antigas.

Nesta perspetiva, os pilares também se encontram na generalidade sobredimensionados. Excetua-se o exemplo da ponte Internacional de Quintanilha que segue as regras propostas por Séjourné (1914), que apresentou das regras mais refinadas entre todos os autores referenciados.

Exceção são também, os pilares da ponte sobre o rio Rabaçal (ponte nº 1) e da ponte de Santa Maria sobre o rio Sabor (ponte nº 27) que não seguiram nem a regra empírica de Alberti (1452) nem a regra empírica encontrada por Lagomarsino et al. (1999), que relaciona a largura do pilar com a sua altura.

Ressalva-se que a amostra de pontes de arco múltiplo é reduzida e como tal pouco representativa. No entanto, os resultados obtidos revelam uma tendência para o sobredimensionamento da largura dos pilares da amostra, o que se interpreta como uma medida de proteção contra as cheias.

Conclui-se assim que, as proporções geométricas das pontes em arco de alvenaria no distrito de Bragança, incluídas na rede de estradas nacionais, seguem em regra geral, as relações empíricas mais conservadores propostas pelos construtores antigos.

Em geral a geometria das pontes da amostra cumpre as relações geométricas estabelecidas pelas regras empíricas (históricas e de levantamentos recentes), o que indicia aparentes condições de segurança estrutural, especialmente se comparadas com resultados de análises numéricas realizadas por estudos anteriores (Oliveira et al., 2010) sobre uma amostra de pontes, que também obedeciam às leis empíricas, e revelaram fatores de carga vertical superiores a 7,0. Deve ser tido em conta que nesse estudo, não foram tidos em consideração os danos existentes nas estruturas das pontes, pelo que, na sua presença a capacidade de carga pode ser reduzida.

5. CONCLUSÕES

5.1. Conclusão geral

As conclusões gerais que podemos retirar da caraterização geométrica de pontes em arco de alvenaria no distrito de Bragança, incluídas na rede de estradas nacionais pertencente à amostra em estudo são:

- 90% das pontes são Contemporâneas, foram construídas em finais do séc. XIX e princípios do séc. XX;
- 80% das pontes são de vão único, provavelmente condicionando por razões económicas, também associadas a estradas sinuosas devido à orografia montanhosa da região;
- só existem pontes de pequeno e médio vão, com comprimentos a variar de 1,95m até 15,15m;
- todas as pontes são originalmente construídas com materiais da região, granito e xisto ou ainda uma combinação dos dois;
- 80% dos arcos são profundos, com uma relação entre o vão do arco (s) e altura do arco (r) superior a 0,40, sendo que destes 73% têm arco semi-circular ($r/s=0,50$);
- as proporções geométricas das pontes da amostra, seguem em regra geral as relações empíricas mais conservadoras propostas pelos construtores antigos;
- atendendo às análises numéricas realizadas por estudos anteriores (Oliveira et al., 2010) sobre pontes com as mesmas características, poder-se-á concluir que as pontes da amostra, aparentam condições de segurança estrutural, no que concerne à sua capacidade resistente a forças verticais;
- apresentam um bom estado de conservação geral aparente, apesar das alterações invasivas a que muitas delas foram sujeitas, nomeadamente com o alargamento do tabuleiro em betão armado.

5.2. Sugestões para futuro desenvolvimento

Para trabalhos futuros propõe-se, executar o levantamento geométrico das pontes em arco de alvenaria do distrito de Bragança, não contempladas neste trabalho e também a aplicação do âmbito desta tese a outras regiões de Portugal.

A realização de trabalhos de investigação numérica sobre a capacidade de carga de pontes em arco de alvenaria, a incidir sobre a representatividade da amostra (pontes de pequeno e médio vão com arco profundo). Não descurando as restantes, principalmente as mais imponentes e as sujeitas a maior intensidade de tráfego, que deveriam ser estudadas caso a caso.

Para além da comparação da geometria das pontes com as regras empíricas históricas, torna-se necessário verificar estas com os métodos de dimensionamento baseados na estática gráfica, como por exemplo o método das linhas de pressões do arco.

Faz também falta um trabalho de investigação histórica, para determinação da data de construção das pontes antigas, já que na maior parte das vezes não existe qualquer registo.

BIBLIOGRAFIA

Albenga, G., 1930: Lezioni di Ponti. Torino.

Brencich, A., Morbiducci R., 2007: Masonry arches: historical rules and modern mechanics. *Int. J. Archit Heritage*; 1(2):165-89.

Campanella, G., 1928: Trattato Generale Teorico Pratico dell'Arte dell'Ingegnere Civile, Industriale ed Architetto: Ponti in Muratura.

Costa, Cristina, 2009: Análise numérica e experimental do comportamento estrutural de pontes em arco de alvenaria de pedra. Dissertação de Tese Doutorado apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Costa, Pedro Miguel, 2007: Análise da Construção e do Comportamento dum Ponte de Pedra. Dissertação de Tese de Mestrado apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Corradi, M., 2001: Geometry and strength of materials in the construction of bridges during the 19th century. In: Third international conference on arch bridges. P. 69-76 (in French).

Coulomb, C.-A., 1776: Sur une application des règles de maximis & minimis à quelques problèmes de statique, relatifs à l'architecture, *Mémoires de Mathématique et de Physique*, année 1773, 7, 343-382.

Croizette-Desnoyers Ph., 1885: Cours de constructions des ponts. Dunod, Paris.

Dubosque, J., 1887: Études théoriques et pratiques sur les murs de soutènement et les ponts et viaducs en maçonnerie. Paris, Baudry.

Déjardin, 1845: Routine de l'Établissement des voûtes. Carilian-Goeury, Paris.

Dupuit, J., 1870: Traité de l'équilibre des voûtes et de la construction des ponts en maçonnerie. Dunod, Paris.

Espitallier, G., 1920: Notes & formules de l'Architecte. T. 1. Michel, Paris.

Gambarotta, L., 1999: Sperimentazione e Modellazione di Ponti ad Arco in Muratura. Pubblicazione Serie I, n.º 11. Atti Giornata di Studio sulla Sperimentazione dei ponti, CIAS, Politecnico di Milano, Trento, pp.250-277.

Gauthey, E. M., 1809-13: *Traité de la construction des ponts*. Firmin Didot, Paris.

Gautier, H., 1765: *Traité des ponts où il est parlé de ceux des Romains et de ceux des modernes*. V.ve Duchesne, Paris.

Grandjean, Alix, 2009: *Capacité portante de ponts en arc en maçonnerie de pierre naturelle - Modèle d'évaluation intégrant le niveau d'endommagement*. Thèse de Doctorat présentée à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne.

L'Éveillé, 1854: *Note sur les Ponts en Maçonnerie*. Impr. Ch. Monnoyer, Le Mans.

Lagomarsino, S., Resemini, S. e Rossi, B., 1999: *Analisi teorico-sperimentale per la sicurezza dei ponti della linea ferroviaria Genova-Ovada*. Atti del corso CIAS: Progetto, costruzione e controllo dei ponti: il ruolo della sperimentazione. Milano, Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica, Università degli Studi di Genova.

Lemos, C., 2009: *Análise geométrica e capacidade de carga de pontes em arco de alvenaria*. Dissertação de Tese de Mestrado apresentada à Universidade do Minho.

LNEC, 2002: *Das Estradas Reaes às Estradas Nacionais*. Centro Rodoviário Português, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Morais, Maria, 2012: *Pontes em Arco de Alvenaria - Estudo de um Caso Prático*. Dissertação de Tese de Mestrado apresentado ao Instituto Politécnico de Viseu.

Nunes, António J., 1997: *Pontes Antigas do Concelho de Bragança*. ISBN: 972-9001-21-9

Nunes, P. C. C., 2009: *Teoria do Arco de Alvenaria: Uma Perspectiva Histórica*. Brasília: Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado.

Oliveira, D.; Lourenço, P.; Lemos, C., 2010: *Geometric issues and ultimate load capacity of masonry arch bridges from the northwest Iberian Peninsula*. Eng Struct 32 (2010)3955-3965, Elsevier.

Perronet, J. R., 1782: Mémoire sur la reduction de l'épaisseur des Piles, et sur la courbure qu'il convient de donner aux Vôutes. Description des projets et de la construction du pont de Neuilly, de Mantes, d'Orleans, de Louis XVI. Impr. Royale, Paris.

Rankine, W. J. M., 1862: A Manual of Civil Engineering. Griffin, London.

Rodrigues, Neuza, 2011: Reabilitação de pontes históricas de alvenaria - Directrizes para o diagnóstico, conservação, manutenção e reabilitação de pontes de alvenaria. EP - Estradas de Portugal, S.A..

Santos, Pedro, 2008: Processos construtivos de pontes de alvenaria em arco. Dissertação de Tese de Mestrado apresentado à Universidade de Aveiro.

Séjourné, P., 1913-16: Grandes Vôutes. Vve Tardy-Pigelet et fils, Bourges.

Sganzin, J. M., 1809: Programme, ou résumé des leçons d'un cours de construction. Vve. Bernard, Paris.

ANEXOS

Do capítulo 2:

- Anexo I: Mapa rodoviário do distrito de Bragança com localização das pontes da amostra;
- Anexo II: Folha resumo do levantamento geométrico com indicação dos parâmetros em análise;
- Anexo III: Folhas do levantamento da caraterização geométrica de cada ponte.



Ponte nº	Identificação	Tipo/Local	Concelho
1	EN103, Km203+575	Ponte sobre o Rio Rabaçal	Bragança
2	EN103, Km230+370	Ponte	Vinhais
3	EN103, Km243+434	Ponte sobre o Rio Tuela	Vinhais
4	EN103, Km250+090	Ponte	Vinhais
5	EN103-7, Km004+000	Passagem hidráulica	Bragança
6	EN103, Km259+786	Passagem hidráulica	Bragança
7	EN102, Km009+280	Ponte da Feteira	Macedo de Cavaleiros
8	EN102, Km013+100	Passagem hidráulica em Vale Benfeito	Macedo de Cavaleiros
9	EN102, Km013+850	Passagem hidráulica sobre o Ribeira Gaves	Macedo de Cavaleiros
10	EN102, Km017+750	Pass. hidráulica sobre a Ribeira de Chacim	Macedo de Cavaleiros
11	EN102, Km019+928	Passagem hidráulica de Balssada	Macedo de Cavaleiros
12	EN102, Km031+373	Passagem hidráulica de Salgueiros	Vila Flor
13	EN102, Km053+306	Ponte da Portela (Ponte do Sabor)	Torre de Moncorvo
14	EN102, Km050+153	Passagem hidráulica Quinta da Terrincha	Torre de Moncorvo
15	EN102, Km044+729	Ponte sobre o Ribeiro de Bem Saúde	Vila Flor
16	EN102, Km034+336	Ponte do Cavaco	Vila Flor
17	EN102, Km035+311	Ponte da Freixeda	Vila Flor
18	EN102, Km040+303	Ponte de Lassa	Vila Flor
19	EN102, Km041+500	Ponte da Cal sobre a Ribeira da Cal	Vila Flor
20	EN103-7, Km009+650	Passagem hidráulica	Bragança
21	EN103-7, Km014+960	Ponte	Bragança
22	EN103-7, Km018+700	Ponte	Bragança
23	EN218-1, Km008+020	Ponte Internacional de Quintanilha	Bragança
24	EN218, Km019+060	Pontão	Bragança
25	EN218, Km017+880	Passagem hidráulica	Bragança
26	EN218, Km006+961	Ponte de Gimonde sobre o rio Sabor	Bragança
27	EN218, Km002+055	Ponte de Santa Maria sobre o Rio Sabor	Bragança
28	EN218, Km083+900	Ponte sobre o Rio Fresno	Miranda do Douro
29	EN221, Km028+686	Passagem hidráulica de Brunhosinho	Mogadouro
30	EN221, Km053+900	Ponte	Mogadouro
31	EN221, Km094+040	Pontão do Zom	Freixo de Espada à Cinta
32	EN221, Km098+760	Passagem hidráulica	Freixo de Espada à Cinta
33	EN221, Km101+922	Passagem hidráulica	Freixo de Espada à Cinta
34	EN221, Km103+330	Passagem hidráulica	Freixo de Espada à Cinta
35	EN221, Km104+422	Passagem hidráulica	Freixo de Espada à Cinta
36	EN221, Km106+680	Passagem hidráulica	Freixo de Espada à Cinta
37	EN221, Km107+770	Ponte do Mosteiro	Freixo de Espada à Cinta
38	EN221, Km110+519	Passagem hidráulica	Freixo de Espada à Cinta
39	EN15, Km157+747	Ponte do Franco	Mirandela
40	EN15, Km210+900	Ponte	Macedo de Cavaleiros
41	EN15, Km215+930	EN 15 - PH de Bragada ao km 215+930	Bragança
42	EN15, Km224+510	EN 15 - PH de Rossas ao km 224+510	Bragança
43	EN308, Km255+042	Ponte do Parâmio sobre o Rio Baccero	Bragança
44	EN308, Km255+185	Passagem hidráulica	Bragança
45	EN308, Km256+488	Pontão sobre a Ribeira do Ormal	Bragança
46	EN308-3, Km002+851	Pontão sobre a Ribeira de Santa Catarina	Bragança
47	EN308-3, Km008+519	Pontão sobre o Ribeiro da Granja	Bragança
48	EN217, Km010+405	Ponte sobre o Rio Penacal	Bragança
49	EN217, Km043+420	Ponte de Gralhós	Macedo de Cavaleiros
50	EN217, Km064+388	Ponte do Azibo	Macedo de Cavaleiros
51	EN216, Km038+249	Ponte de Remondes	Mogadouro
52	EN216, Km031+203	Passagem hidráulica	Mogadouro
53	EN102-1, Km000+442	Passagem Hidráulica	Macedo de Cavaleiros
54	EN213, Km060+400	Passagem inferior	Mirandela
55	EN213, Km061+380	Ponte	Mirandela
56	EN213, Km065+120	Passagem Hidráulica	Mirandela
57	EN314, Km070+000	Ponte em Vieiro	Mirandela
58	EN314, Km068+600	Passagem hidráulica	Mirandela
59	EN206, Km190+000	Ponte da Pedra sobre o Rio Tuela	Mirandela
60	EN206, Km188+550	Ponte	Mirandela
61	EN315, Km028+450	Ponte da Formigosa	Mirandela
62	EN215, Km013+018	Passagem hidráulica	Alfândega da Fé
63	EN215, Km014+840	Passagem hidráulica	Alfândega da Fé
64	EN215, Km033+400	Passagem hidráulica	Alfândega da Fé
65	EN215, Km038+978	Passagem hidráulica	Alfândega da Fé
66	EN215, Km046+700	Passagem hidráulica	Alfândega da Fé
67	EN215, Km045+084	Passagem hidráulica	Alfândega da Fé
68	EN218-2, Km004+670	Passagem hidráulica	Bragança
69	EN218-2, Km005+830	Ponte do Maças	Bragança
70	Aldeia de Gimonde	Ponte velha de Gimonde sobre o rio Sabor	Bragança
71	EM316	Ponte da Arranca sobre o rio Tuela	Vinhais

Ponte n°	Identificação	Tipo/Local	Ano Construção	Ano Alteração	Tipo estrutura	Concelho	Coordenadas decimais WGS84		Material	N° de vãos	Vão livre [s]	Altura do arco [r]	Espessura do arco [t]	Esp. de enchimento [h]	Largura do pilar [W]	Altura do pilar [H]	r / s	t / s	t / r	W / s	W / H
							Latitude	Longitude													
1	EN103, Km203+575	Ponte sobre o Rio Rabaçal	1915		Alvenaria alargada	Bragança	41,753184	-7,174318	Granito	3	10,00	4,95	0,64	0,84	2,00	13,15	0,50	0,06	0,13	0,20	0,15
2	EN103, Km230+370	Ponte		2002	Alvenaria alargada	Vinhais	41,837874	-7,018367	Granito e xisto	1	4,00	2,00	0,50	1,01			0,50	0,13	0,25		
3	EN103, Km243+434	Ponte sobre o Rio Tuela	1879	1992	Alvenaria alargada	Vinhais	41,847904	-6,933449	Granito e xisto	1	15,15	7,60	0,98	0,66			0,50	0,06	0,13		
4	EN103, Km250+090	Ponte			Alvenaria alargada	Vinhais	41,837638	-6,892468	Granito e xisto	2	6,90	3,55	0,55	0,77	1,80	6,80	0,51	0,08	0,15	0,26	0,26
5	EN103-7, Km004+000	Passagem hidráulica		1993	Alvenaria alargada	Bragança	41,829531	-6,751522	Granito e xisto	1	4,00	2,00	0,50	0,68			0,50	0,13	0,25		
6	EN103, Km259+786	Passagem hidráulica		2007	Alvenaria alargada	Bragança	41,817600	-6,816180	Granito e xisto	1	2,00	1,00	0,38	0,40			0,50	0,19	0,38		
7	EN102, Km009+280	Ponte da Feteira	1987		Alvenaria alargada	Macedo de Cavaleiros	41,510100	-6,974600	Granito	1	5,30	2,60	0,55	0,75			0,49	0,10	0,21		
8	EN102, Km013+100	Passagem hidráulica em Vale Benfeito		1987	Alvenaria alargada	Macedo de Cavaleiros	41,485500	-6,981300	Granito	1	3,20	0,75	0,40	0,75			0,23	0,13	0,53		
9	EN102, Km013+850	Passagem hidráulica sobre o Ribeira Gaves		1987	Alvenaria alargada	Macedo de Cavaleiros	41,479800	-6,986638	Granito e xisto	1	6,00	2,98	0,75	1,25			0,50	0,13	0,25		
10	EN102, Km017+750	Pass. hidráulica sobre a Ribeira de Chacim		1987	Alvenaria alargada	Macedo de Cavaleiros	41,460900	-6,994954	Granito e xisto	1	5,10	1,03	0,48	0,79			0,20	0,09	0,46		
11	EN102, Km019+928	Passagem hidráulica de Balsada		1987	Alvenaria alargada	Macedo de Cavaleiros	41,450700	-7,010844	Granito e xisto	1	4,00	2,00	0,50	1,60			0,50	0,13	0,25		
12	EN102, Km031+373	Passagem hidráulica de Salgueiros		1987	Alvenaria alargada	Vila Flor	41,382000	-7,059600	Granito e xisto	1	6,00	3,00	0,60	1,54			0,50	0,10	0,20		
13	EN102, Km053+306	Ponte da Portela (Ponte do Sabor)	1758		Arco (múltiplo)	Torre de Moncorvo	41,209518	-7,084480	Granito	7	13,20	6,60	0,80	4,45	4,40	5,85	0,50	0,06	0,12	0,33	0,75
14	EN102, Km050+153	Passagem hidráulica Quinta da Terrincha			Alvenaria alargada	Torre de Moncorvo	41,234115	-7,087275	Granito	1	4,00	2,00	0,40	0,50			0,50	0,10	0,20		
15	EN102, Km044+729	Ponte sobre o Ribeiro de Bem Saúde		1987	Alvenaria alargada	Vila Flor	41,277610	-7,098899	Granito e xisto	1	6,00	3,00	0,60	1,45			0,50	0,10	0,20		
16	EN102, Km034+336	Ponte do Cavaco		1987	Alvenaria alargada	Vila Flor	41,357680	-7,064222	Granito	1	5,80	3,00	0,60	1,43			0,52	0,10	0,20		
17	EN102, Km035+311	Ponte da Freixeda		1987	Alvenaria alargada	Vila Flor	41,349926	-7,063046	Granito	1	8,00	2,00	0,70	1,30			0,25	0,09	0,35		
18	EN102, Km040+303	Ponte de Lassa		1987	Alvenaria alargada	Vila Flor	41,311859	-7,089689	Granito	1	10,85	5,00	0,70	1,20			0,46	0,06	0,14		
19	EN102, Km041+500	Ponte da Cal sobre a Ribeira da Cal			Alvenaria alargada	Vila Flor	41,301647	-7,092491	Granito	1	11,00	5,50	0,70	1,30			0,50	0,06	0,13		
20	EN103-7, Km009+650	Passagem hidráulica	1887		Alvenaria alargada	Bragança	41,869011	-6,751757	Granito e xisto	1	4,25	2,00	0,48	0,90			0,47	0,11	0,24		
21	EN103-7, Km014+960	Ponte	1897		Arco (múltiplo)	Bragança	41,902052	-6,735379	Granito e xisto	3	10,00	1,33	0,72	0,50	2,00	2,10	0,13	0,07	0,54	0,20	0,95
22	EN103-7, Km018+700	Ponte	1890		Alvenaria alargada	Bragança	41,928300	-6,729346	Granito e xisto	1	4,00	2,00	0,50	0,82			0,50	0,13	0,25		
23	EN218-1, Km008+020	Ponte Internacional de Quintanilha	1903		Arco (múltiplo)	Bragança	41,737888	-6,556886	Granito	5	14,95	2,45	0,95	0,66	1,50	6,00	0,16	0,06	0,39	0,10	0,25
24	EN218, Km019+060	Pontão			Alvenaria alargada	Bragança	41,778000	-6,625767	Granito e xisto	1	4,00	2,00	0,50	1,00			0,50	0,13	0,25		
25	EN218, Km017+880	Passagem hidráulica			Alvenaria alargada	Bragança	41,785200	-6,631683	Granito e xisto	1	3,90	2,00	0,55	0,65			0,51	0,14	0,28		
26	EN218, Km006+961	Ponte de Gimonde sobre o rio Sabor	1888		Arco (múltiplo)	Bragança	41,803500	-6,695740	Granito e xisto	7	7,00	2,00	0,55	0,75	1,80	4,15	0,29	0,08	0,28	0,26	0,43
27	EN218, Km002+055	Ponte de Santa Maria sobre o Rio Sabor	1887	1993	Alvenaria alargada	Bragança	41,815678	-6,736162	Granito e xisto	3	9,00	4,50	1,00	0,60	2,00	15,80	0,50	0,11	0,22	0,22	0,13
28	EN218, Km083+900	Ponte sobre o Rio Fresno	1883	1994	Alvenaria alargada	Miranda do Douro	41,500100	-6,275126	Granito	1	10,80	5,00	1,05	0,98			0,46	0,10	0,21		
29	EN221, Km028+686	Passagem hidráulica de Brunhosinho		1994	Alvenaria alargada	Mogadouro	41,360900	-6,525750	Granito	1	4,00	1,25	0,55	0,67			0,31	0,14	0,44		
30	EN221, Km053+900	Ponte	1955		Arco (múltiplo)	Mogadouro	41,277026	-6,751210	Granito	4	2,00	1,00	0,38	3,80	1,00	3,00	0,50	0,19	0,38	0,50	0,33
31	EN221, Km094+040	Pontão do Zom			Alvenaria alargada	Freixo de Espada à Cinta	41,065000	-6,816500	Granito e xisto	1	4,00	2,00	0,55	0,95			0,50	0,14	0,28		
32	EN221, Km098+760	Passagem hidráulica			Arco (simples)	Freixo de Espada à Cinta	41,034720	-6,827634	Granito e xisto	1	3,00	1,50	0,50	0,81			0,50	0,17	0,33		
33	EN221, Km101+922	Passagem hidráulica			Arco (simples)	Freixo de Espada à Cinta	41,031334	-6,855002	Granito e xisto	1	2,88	1,45	0,40	1,85			0,50	0,14	0,28		
34	EN221, Km103+330	Passagem hidráulica			Arco (simples)	Freixo de Espada à Cinta	41,031803	-6,865671	Granito e xisto	1	3,00	1,50	0,40	0,60			0,50	0,13	0,27		
35	EN221, Km104+422	Passagem hidráulica			Arco (simples)	Freixo de Espada à Cinta	41,031735	-6,875054	Granito e xisto	1	2,90	1,50	0,40	0,50			0,52	0,14	0,27		
36	EN221, Km106+680	Passagem hidráulica			Arco (simples)	Freixo de Espada à Cinta	41,034378	-6,895504	Granito e xisto	1	4,00	2,00	0,45	0,95			0,50	0,11	0,23		
37	EN221, Km107+770	Ponte do Mosteiro			Alvenaria alargada	Freixo de Espada à Cinta	41,037803	-6,906797	Granito	3	9,90	4,95	0,70	1,05	2,20	4,25	0,50	0,07	0,14	0,22	0,52
38	EN221, Km110+519	Passagem hidráulica			Alvenaria alargada	Freixo de Espada à Cinta	41,031833	-6,934102	Granito e xisto	1	3,97	1,25	0,38	1,04			0,31	0,09	0,30		
39	EN15, Km157+747	Ponte do Franco	1872		Arco (simples)	Mirandela	41,429300	-7,360377	Granito e xisto	1	12,20	6,00	0,75	0,60			0,49	0,06	0,13		
40	EN15, Km210+900	Ponte	1867		Arco (simples)	Macedo de Cavaleiros	41,601661	-6,904695	Granito e xisto	1	3,90	1,95	0,40	0,75			0,50	0,10	0,21		
41	EN15, Km215+930	EN 15 - PH de Bragada ao km 215+930	1867		Arco (simples)	Bragança	41,626165	-6,857216	Granito e xisto	1	9,00	4,40	0,70	0,95			0,49	0,08	0,16		
42	EN15, Km224+510	EN 15 - PH de Rossas ao km 224+510	1867		Arco (simples)	Bragança	41,676247	-6,824105	Granito	1	8,00	4,00	0,55	0,75			0,50	0,07	0,14		
43	EN308, Km255+042	Ponte do Parâmio sobre o Rio Baceiro			Arco xisto empar.	Bragança	41,898300	-6,853044	Xisto	1	7,90	4,75	0,65	0,50			0,60	0,08	0,14		
44	EN308, Km255+185	Passagem hidráulica			Arco (simples)	Bragança	41,897200	-6,852752	Granito e xisto	1	2,00	1,00	0,50	2,50			0,50	0,25	0,50		
45	EN308, Km256+488	Pontão sobre a Ribeira do Ornal	1888		Arco (simples)	Bragança	41,892800	-6,839490	Granito e xisto	1	5,00	2,60	0,50	0,75			0,52	0,10	0,19		
46	EN308-3, Km002+851	Pontão sobre a Ribeira de Santa Catarina			Arco (simples)	Bragança	41,853600	-6,788703	Granito	1	3,00	0,47	0,40	0,95			0,16	0,13	0,85		
47	EN308-3, Km008+519	Pontão sobre o Ribeiro da Granja			Arco (simples)	Bragança	41,825000	-6,770826	Granito e xisto	1	5,00	0,65	0,60	0,90			0,13	0,12	0,92		
48	EN217, Km010+405	Ponte sobre o Rio Penacal			Arco (simples)	Bragança	41,742285	-6,749498	Granito e xisto	1	10,00	2,00	0,60	1,10			0,20	0,06	0,30		
49	EN217, Km043+420	Ponte de Gralhós			Arco (simples)	Macedo de Cavaleiros	41,530101	-6,742391	Granito e xisto	1	8,15	4,00	0,60	0,65			0,49	0,07	0,15		
50	EN217, Km064+388	Ponte do Azibo			Arco (simples)	Macedo de Cavaleiros	41,406674	-6,803563	Granito e xisto	1	10,30	5,15	0,60	0,65			0,50	0,06	0,12		
51	EN216, Km038+249	Ponte de Remondes	1796	2005	Arco (múltiplo)	Mogadouro	41,397918	-6,805487	Granito e xisto	5	13,30	6,50	0,80	3,25	3,35	2,15	0,49	0,06	0,12	0,25	1,56
52	EN216, Km031+203	Passagem hidráulica			Alvenaria alargada	Mogadouro	41,411611	-6,838553	Granito e xisto	1	4,00	2,00	0,50	1,65			0,50	0,13	0,25		
53	EN102-1, Km000+442	Passagem Hidráulica			Arco (simples)	Macedo de Cavaleiros	41,513300	-6,979135	Granito e xisto	1	4,10	0,45	0,55	0,26			0,11	0,13	1,22		
54	EN213, Km060+400	Passagem inferior			Arco (simples)	Mirandela	41,422191	-7,162785	Granito e xisto	1	4,00	2,00	0,70	6,25			0,50	0,18	0,35		
55	EN213, Km061+380	Ponte			Alvenaria alargada	Mirandela	41,414000	-7,159905	Granito	1	10,45	5,00	0,60	0,85			0,48	0,06	0,12		
56	EN213, Km065+120	Passagem Hidráulica			Alvenaria alargada	Mirandela	41,385256	-7,164696	Granito e xisto	1	7,00	1,00	0,70	1,63			0,14	0,10	0,70		
57	EN314, Km070+000	Ponte em Vieiro	1952		Arco (simples)		41,339519	-7,258153	Granito	1	6,00	3,00	0,60	1,26			0,50	0,10	0,20		
58	EN314, Km068+600	Passagem hidráulica			Arco (simples)	Mirandela	41,348934	-7,285879	Granito	1	2,60	1,10	0,50	1,00			0,42	0,19	0,45		
59	EN206, Km190+000	Ponte da Pedra sobre o Rio Tuela	Romana	Medieval	Arco (múltiplo)	Mirandela	41,665573	-7,146705	Granito	6	8,95	4,00	0,75	0,45	2,50	1,80	0,45	0,08	0,19	0,28	1,39
60	EN206, Km188+550	Ponte			Arco (simples)	Mirandela	41,661678	-7,160847	Granito	1	5,00	2,50	0,50	0,65			0,50	0,10	0,20		
61	EN315, Km028+450	Ponte da Formigosa	Medieval	2006	Alvenaria alargada	Mirandela	41,525067	-7,191024	Xisto	5	10,00	4,85	0,60	0,70	3,20	2,00	0,49	0,06	0,12	0,32	

CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte sobre o Rio Rabaçal

Localização: EN 103, Km 203+575

Ano Construção: 1915

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,753184 ; -7,174318

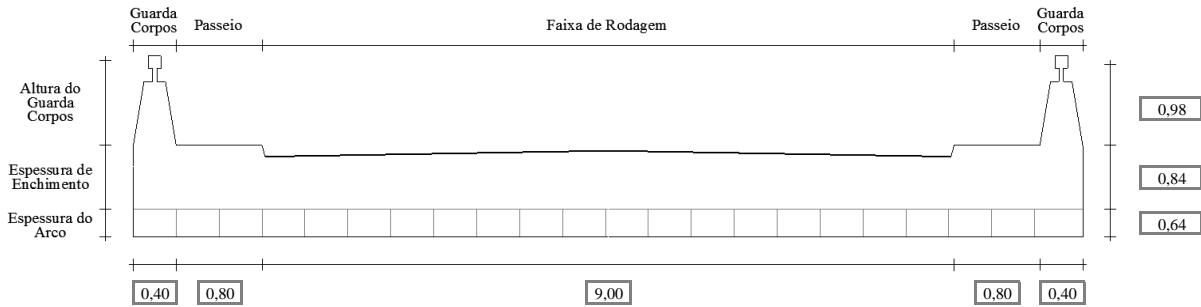
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 1

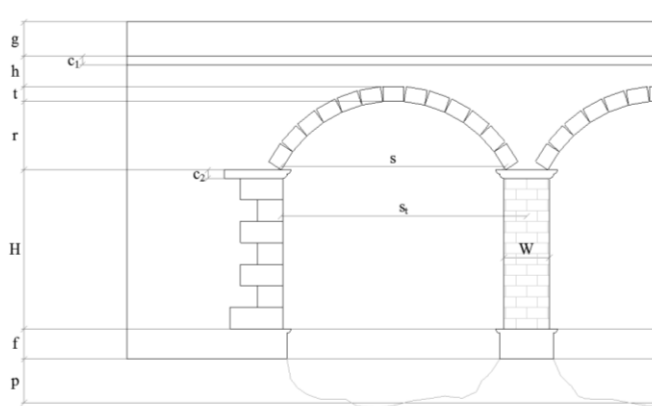
Nº EP: 4316

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 3

Características do Vão do Arco [m]	Vãos = 3					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _i)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	10	11	4,95	0,637	0,389
	2	10	12	4,92	0,633	0,439
	3	10	11	4,95	0,61	0,474

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	15	Direito	50
Esquerdo	15,5	Esquerdo	20,4

Altura dos encontros [m]

Entrada	7,25	Saída	13,15
---------	------	-------	-------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
8	10,7	9

Outras Características:

Altura do guarda corpos [g]	0,98	m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,40	m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,25	m
Altura fundação visível [f]	0,00	m
Altura visível ao leito [p]	1,00	m
Comprimento Total	34,00	m
Área do Tabuleiro	363,80	m ²
Velocidade	40	Km/h
Zona Sísmica	D	
Material de construção	Granito	

Pilares = 2

Características do Pilar [m]	Pilares = 2			
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível
	1	2	13,15	12,5
	2	2	13,15	12,5

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r / s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão → s = 10,00

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 10,00
Altura do arco	r = 4,95
Espessura do arco	t = 0,64
Enchimento total	h = 0,84
Largura do maior pilar	W = 2,00
Altura do pilar	H = 13,15
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,064
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,129
Razão larg. pilar / vão	W / s = 0,200
Razão larg. / altura pilar	W / H = 0,152

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte na estrada de Vinhais

Localização: EN 103, km 230+370

Ano Construção: 1915

Ano Alteração: 2002

Alvenaria Alargada: Sim

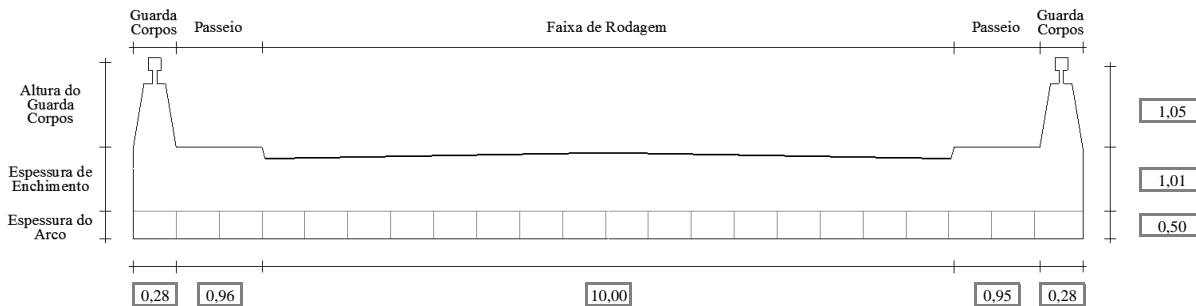
Coordenadas: 41,837874 ; -7,018367

Ponte nº: 2

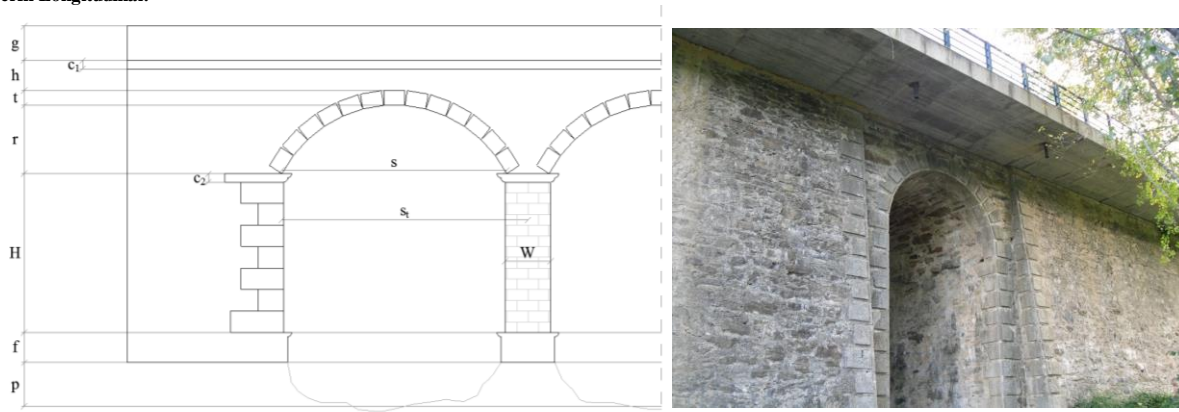
Nº EP: 4333

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Características do Vão do Arco [m]	Vãos = 1					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	4,00	4,00	2	0,5	0,54

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	16,5	Direito	16,5
Esquerdo	16,5	Esquerdo	16,5

Altura dos encontros [m]

Entrada	9,3	Saída	9,3
---------	-----	-------	-----

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
7,7	12,47	9,2

Outras caraterísticas

Altura do guarda corpos [g]	1,05 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,47 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	0,00 m
Altura visível ao leito [p]	9,00 m
Comprimento Total	34,00 m
Área do Tabuleiro	48,60 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Pilares =

Características do Pilar [m]	Pilares =			
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r / s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão → s = 4,00

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 4,00
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,50
Enchimento total	h = 1,01
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,125
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,250
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte sobre o rio Tuela na estrada de Vinhais

Localização: EN 103, km 243+434

Coordenadas: 41,847904 ; -6,933449

Ano Construção: 1879

Ano Alteração: 1992

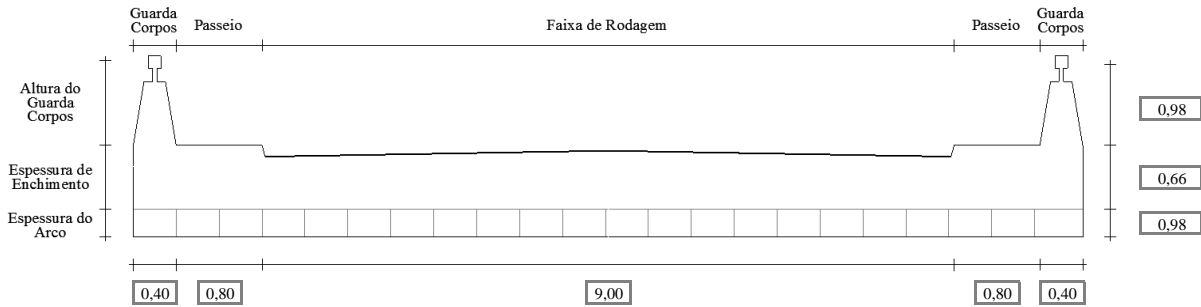
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 3

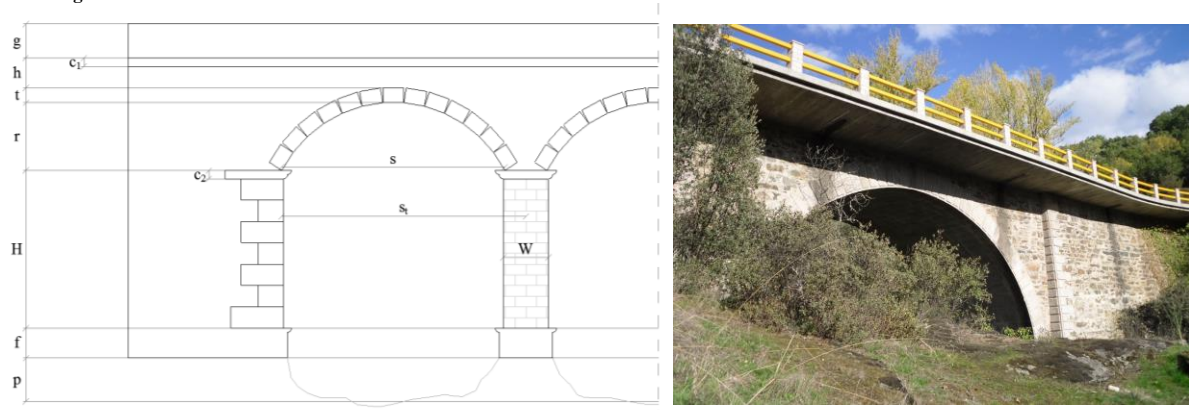
Nº EP: 4345

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Características do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	15,15	15,15	7,60	0,98	0,26

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	19	Direito	29
Esquerdo	19	Esquerdo	36,5

Outras caraterísticas

Altura do guarda corpos [g]	0,98 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,40 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,22 m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	15,00 m
Área do Tabuleiro	171,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Altura dos encontros [m]

Entrada	2,00	Saída	5,40
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,10	11,40	9,20

Pilares =

Características do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r / s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão → s = 15,15

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 15,15
Altura do arco	r = 7,60
Espessura do arco	t = 0,98
Enchimento total	h = 0,66
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,065
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,129
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte sobre o rio Baceiro na estrada de Vinhais

Localização: EN 103, km 250+090

Coordenadas: 41,837638 ; -6,892468

Ponte nº: 4

Nº EP: 4346

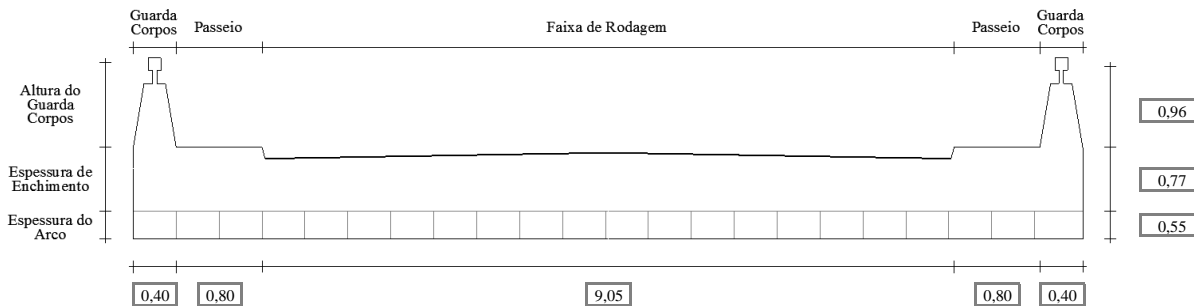
Ano Construção:

Ano Alteração:

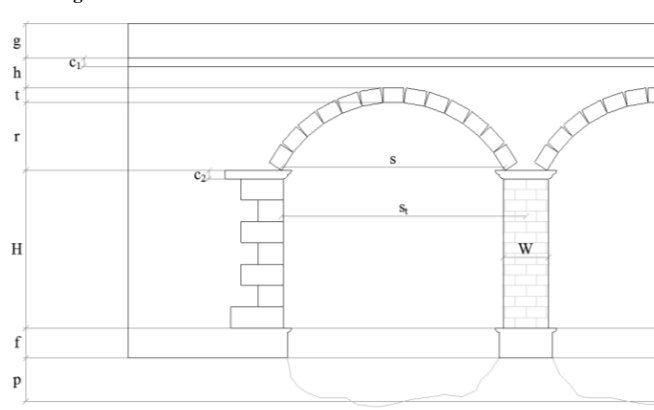
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 2

Características do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	6,90	7,80	3,55	0,55	0,37
2	6,90	7,80	3,55	0,55	0,35	

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
6,80	6,30

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,00	11,45	9,05

Outras caraterísticas

Altura do guarda corpos [g]	0,96 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,40 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,20 m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	15,00 m
Área do Tabuleiro	171,75 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Pilares = 1

Características do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível
	1	1,8	6,8	6,8

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r / s = 0,51	
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão → s = 6,90	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 6,90
Altura do arco	r = 3,55
Espessura do arco	t = 0,55
Enchimento total	h = 0,77
Largura do maior pilar	W = 1,80
Altura do pilar	H = 6,80
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,080
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,155
Razão larg. pilar / vão	W / s = 0,261
Razão larg. / altura pilar	W / H = 0,265

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte sobre a ribeira da Granja em direcção a Rabal

Localização: EN 103-7, km 004+000

Coordenadas: 41,829531 ; -6,751522

Ponte nº: 5

Nº EP: 4350

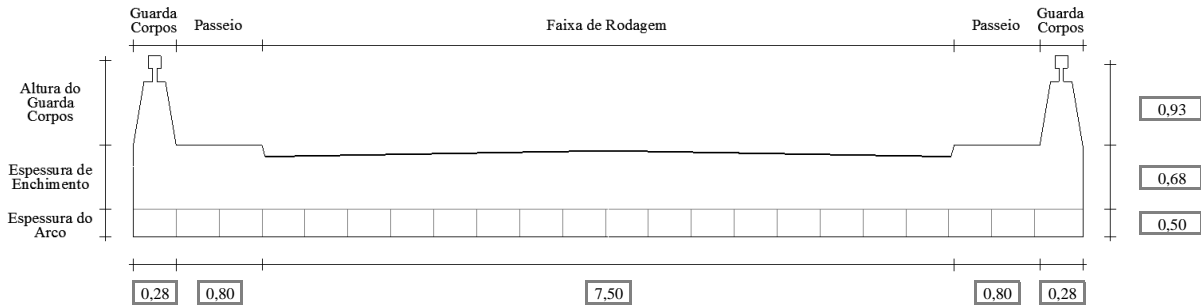
Ano Construção:

Ano Alteração: 1993

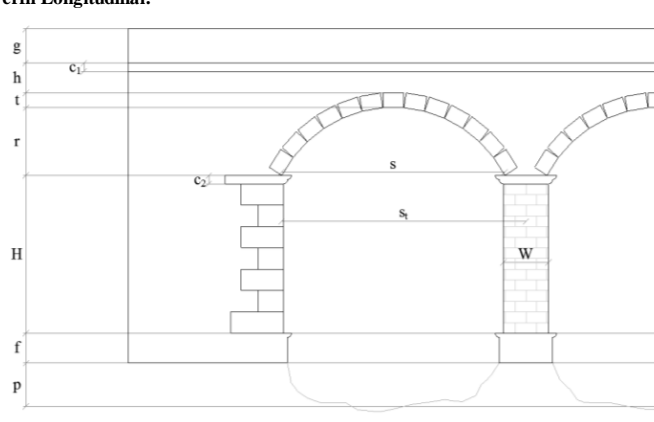
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Características do Vão do Arco [m]	Vãos = 1					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	4,00	4,00	2,00	0,50	0,30

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
8,00	8,00	6,10	6,10

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
1,65	1,65

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
5,80	9,66	7,50

Outras caraterísticas

Altura do guarda corpos [g]	0,93 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,38 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	4,00 m
Área do Tabuleiro	38,64 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Pilares =

Características do Pilar [m]	Pilares =			
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r / s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão → s = 4,00

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 4,00
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,50
Enchimento total	h = 0,68
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,125
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,250
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem Hidráulica em direção a Grandais

Localização: EN 103, km 259+786

Coordenadas: 41,817600 ; -6,816180

Ponte nº: 6

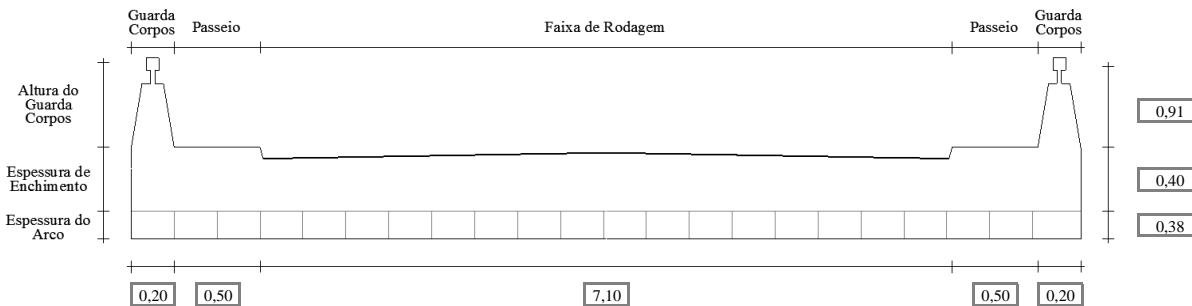
Nº EP: 4358

Ano Construção: Ano Alteração: 2007

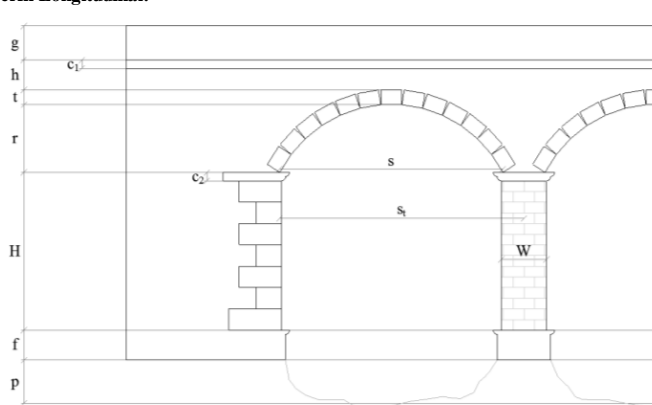
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Características do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	2,00	2,00	1,00	0,38	0,15

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
2,60	2,60

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,55	8,50	7,10

Outras caraterísticas

Altura do guarda corpos [g]	0,91 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,15 m
Altura fundação visível [f]	0,20 m
Altura visível ao leito [p]	0,00 m
Comprimento Total	2,10 m
Área do Tabuleiro	17,85 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Pilares =

Características do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r / s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão → s = 2,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 2,00
Altura do arco	r = 1,00
Espessura do arco	t = 0,38
Enchimento total	h = 0,40
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,188
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,375
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte da Feteira

Localização: EM 102, km 009+280

Ano Construção:

Ano Alteração: 1987

Coordenadas: 41,510100 ; -6,974600

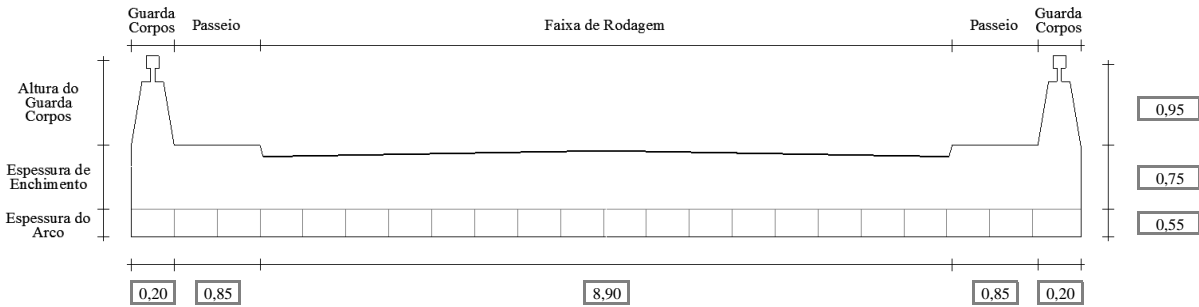
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 7

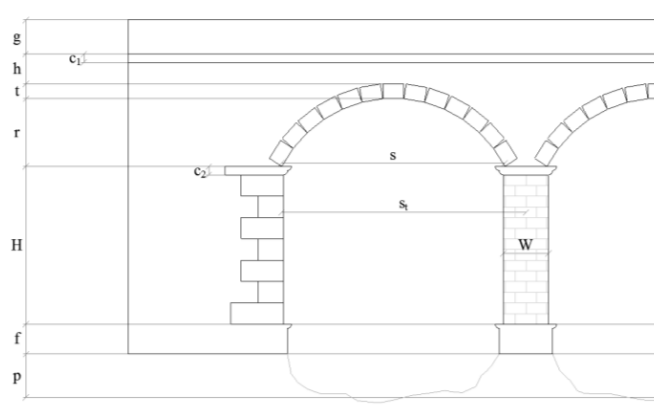
Nº EP: 4362

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Características do Vão do Arco [m]	Vãos = 1					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	1,00	1,00	0,50			
2	5,30	5,30	2,60	0,55	0,50	
3	1,00	1,00	0,50			

Nota: espessura do arco variável tem dois descarregadores de cheia

Pilares =

Características do Pilar [m]	Pilares =			
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	6,50	Direito	6,50
Esquerdo	6,50	Esquerdo	46,50

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
---------	-------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
8,20	11,00	8,90

Outras caraterísticas

Altura da guarda corpos [g]	0,95 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	15,00 m
Área do Tabuleiro	165,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r / s = 0,49	
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão → s = 5,30

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 5,30
Altura do arco	r = 2,60
Espessura do arco	t = 0,55
Enchimento total	h = 0,75
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,104
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,212
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica em Vale Benfeito

Localização: EM 102, km 013+100

Coordenadas: 41,485500 ; -6,981300

Ponte nº: 8

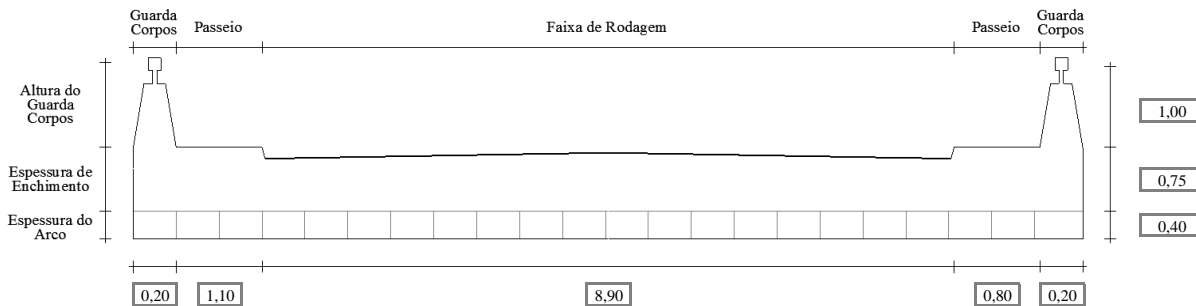
Nº EP: 4364

Ano Construção: Ano Alteração: 1987

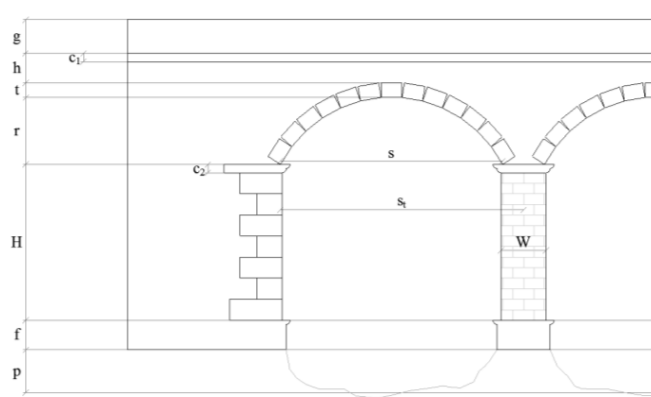
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Características do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	3,20	3,00	0,75	0,40	0,55

Nota: espessura do arco variável

Pilares =

Características do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
5,00	5,00	5,00	5,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
1,53	1,53

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
7,40	11,20	8,68

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r / s = 0,23	
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão → s = 3,20	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,20 m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	0,10 m
Comprimento Total	15,00 m
Área do Tabuleiro	168,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 3,20
Altura do arco	r = 0,75
Espessura do arco	t = 0,40
Enchimento total	h = 0,75
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,125
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,533
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica sobre a Ribeira Gaves

Localização: EM 102, km 013+100

Coordenadas: 41,479800 ; -6,986638

Ponte nº: 9

Nº EP: 4365

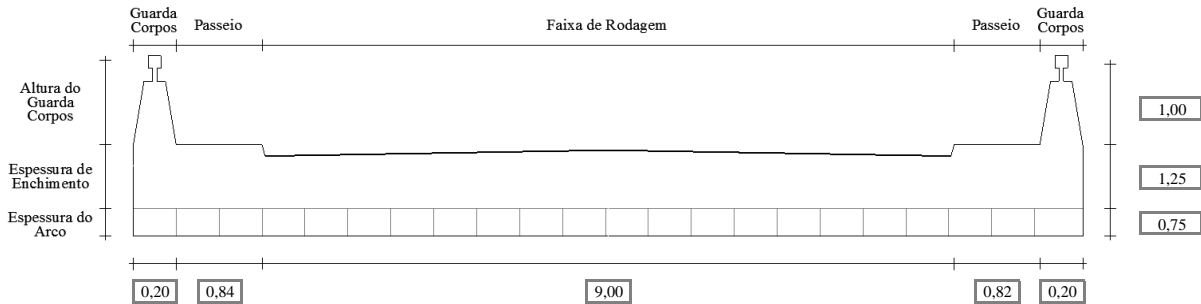
Ano Construção:

Ano Alteração: 1987

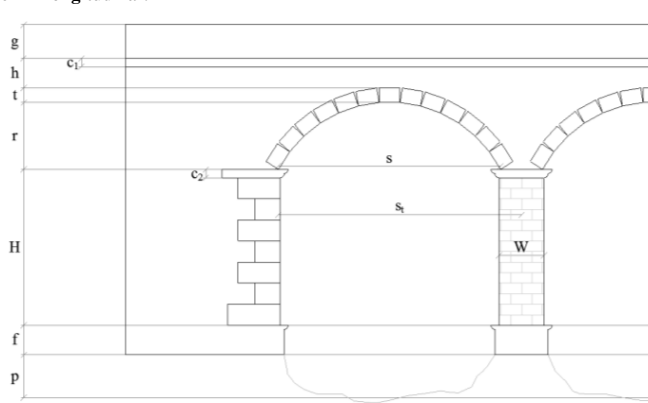
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	6,00	6,00	2,98	0,75	0,50

Nota: espessura do arco variável

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

	Entrada		Saída	
Direito	11,30		Direito	11,30
Esquerdo	11,30		Esquerdo	11,30

Altura dos encontros [m]

	Entrada	Saída
	1,80	1,80

Largura do tabuleiro [m]

	Original	Atual	Gabarit hor.
	7,00	11,06	8,80

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 6,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda-corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,75 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,30 m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	0,05 m
Comprimento Total	6,00 m
Área do Tabuleiro	66,36 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 6,00
Altura do arco	r = 2,98
Espessura do arco	t = 0,75
Enchimento total	h = 1,25
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,125
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,252
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica sobre a Ribeira de Chacim

Localização: EM 102, km 017+750

Coordenadas: 41,460900 ; -6,994954

Ponte nº: 10

Nº EP: 4366

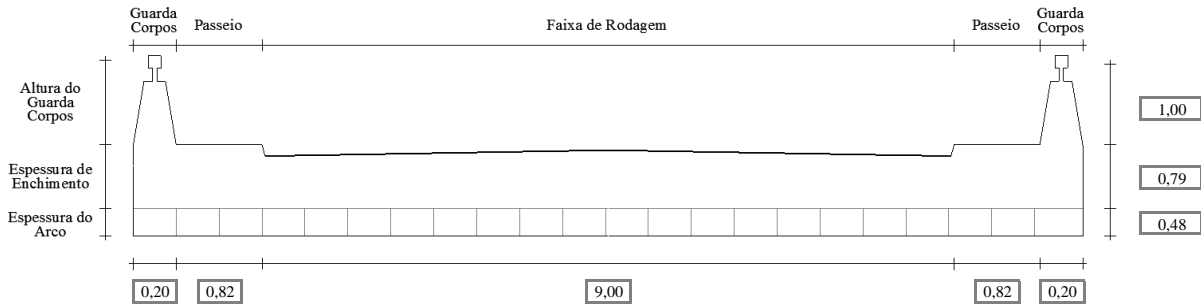
Ano Construção:

Ano Alteração: 1987

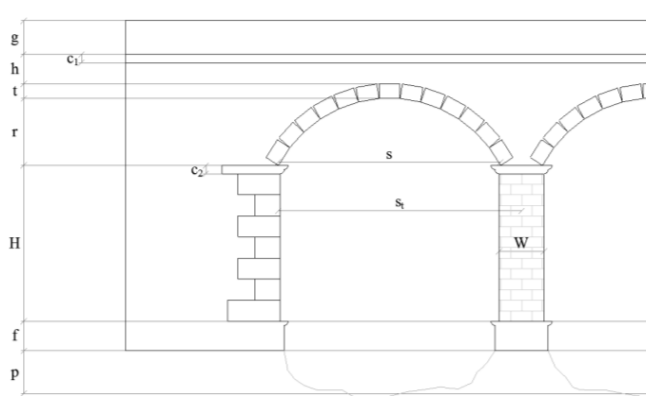
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	5,10	5,10	1,03	0,48	0,34

Nota: espessura do arco variável

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

	Entrada		Saída	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
	6,50	6,50	6,50	6,50

Altura dos encontros [m]

	Entrada	Saída
	2,00	2,00

Largura do tabuleiro [m]

	Original	Atual	Gabarit hor.
	8,00	11,04	8,80

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,20	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 5,10	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,45 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,10 m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	0,10 m
Comprimento Total	5,10 m
Área do Tabuleiro	56,30 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 5,10
Altura do arco	r = 1,03
Espessura do arco	t = 0,48
Enchimento total	h = 0,79
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,093
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,463
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica de Balsada

Localização: EM 102, km 019+928

Coordenadas: 41,450700 ; -7,010844

Ponte nº: 11

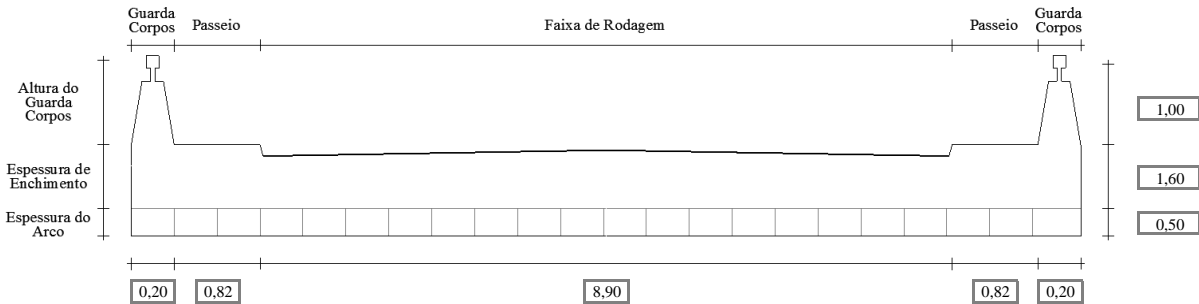
Nº EP: 4368

Ano Construção: Ano Alteração: 1987

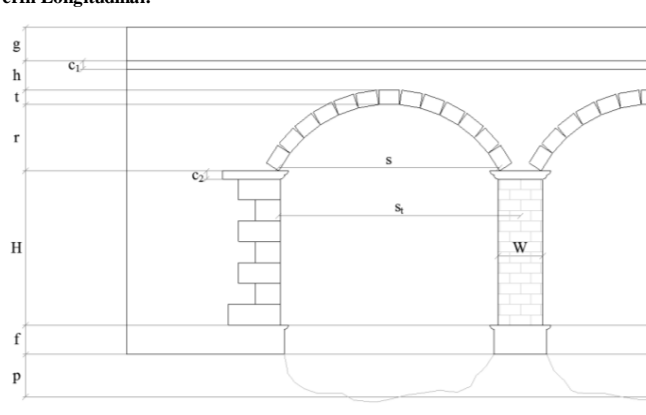
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Vãos = 1					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	4,00	4,00	2,00	0,50	1,10

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	11,00	Direito	11,00
Esquerdo	11,00	Esquerdo	11,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	3,45	Saída	3,45
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
8,20	10,94	8,80

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00	m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,50	m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,40	m
Altura fundação visível [f]		m
Altura visível ao leito [p]	0,05	m
Comprimento Total	4,00	m
Área do Tabuleiro	43,76	m ²
Velocidade		Km/h
Zona Sísmica	D	
Material de construção	Granito e xisto	

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Pilares =			
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 4,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 4,00
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,50
Enchimento total	h = 1,60
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,125
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,250
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica de Salgueiros

Localização: EM 102, km 031+373

Coordenadas: 41,382000 ; -7,059600

Ponte nº: 12

Nº EP: 4370

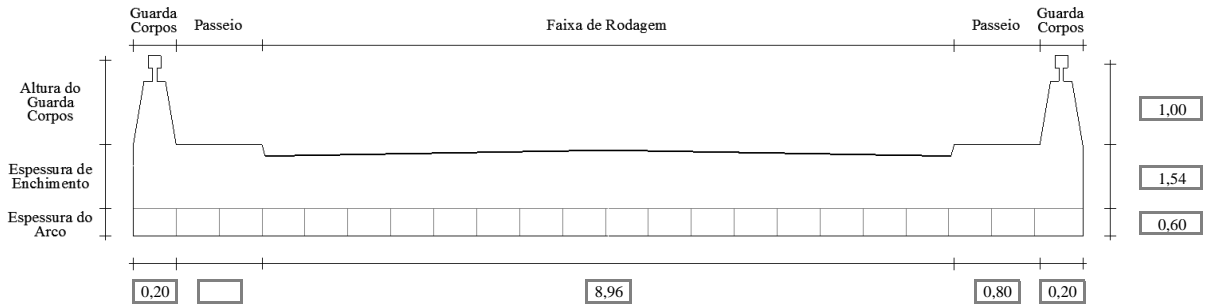
Ano Construção:

Ano Alteração: 1987

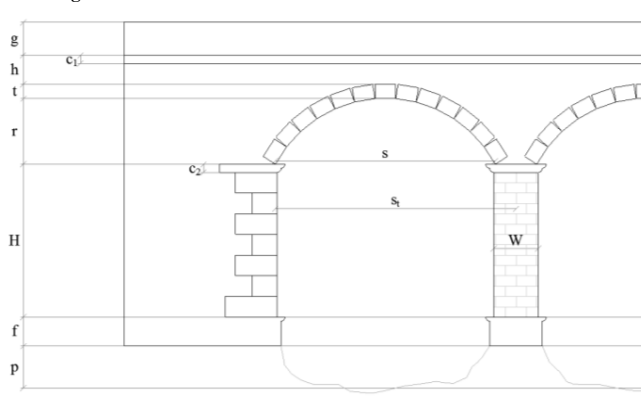
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	6,00	6,00	3,00	0,60	1,54

Nota: espessura do arco variável

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
8,00	50,00	8,00	8,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
1,50	1,50

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
8,00	10,16	8,96

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → $r/s = 0,50$

Arco abatido	$0,00 < r/s \leq 0,25$
Arco semi-abatido	$0,25 < r/s \leq 0,40$
Arco profundo	$0,40 < r/s$

Categoria em função do vão → $s = 6,00$

Arco de pequeno vão	$0,0 < s \leq 7,5$
Arco de médio vão	$7,5 < s \leq 15,0$
Arco de grande vão	$15,0 < s$

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	0,40 m
Altura visível ao leito [p]	0,00 m
Comprimento Total	6,00 m
Área do Tabuleiro	60,96 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	$s = 6,00$
Altura do arco	$r = 3,00$
Espessura do arco	$t = 0,60$
Enchimento total	$h = 1,54$
Largura do maior pilar	$W =$
Altura do pilar	$H =$
Razão esp. arco / vão	$t/s = 0,100$
Razão esp. arco / altura	$t/r = 0,200$
Razão larg. pilar / vão	$W/s =$
Razão larg. / altura pilar	$W/H =$

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte da Portela sobre o rio Sabor

Localização: EN 102, km 053+306

Ano Construção: 1758

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,209518 ; -7,084480

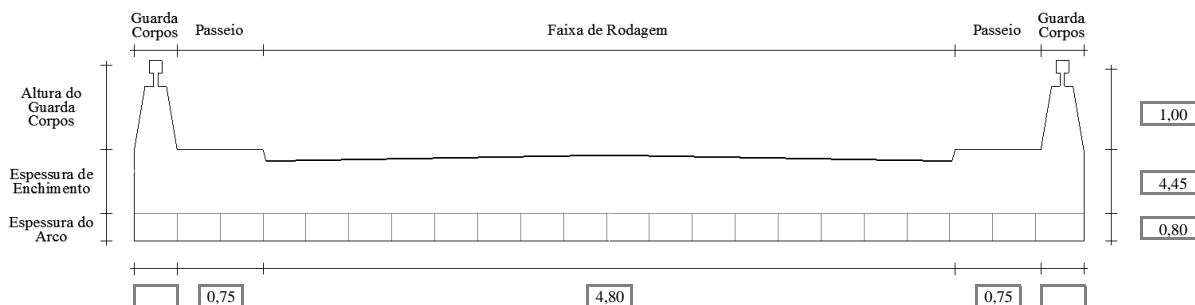
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 13

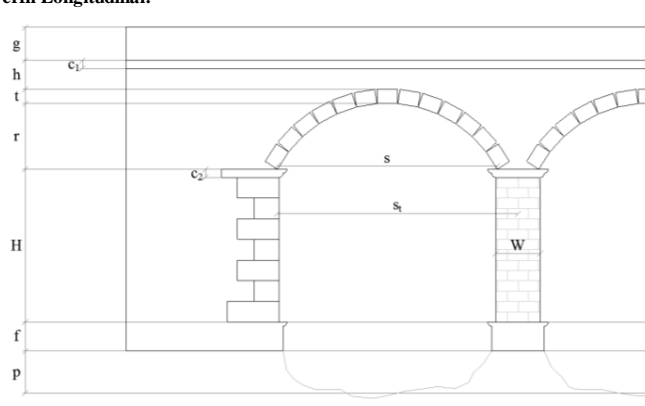
Nº EP: 4373

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 7

Características do Vão do Arco [m]	Vãos = 7					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	9,00	11,20	6,60	0,80	3,85
	2	13,20	17,60	6,60	0,80	3,85
	3	13,20	17,60	6,60	0,80	3,85
	4	13,20	17,60	6,60	0,80	3,85
	5	13,20	17,60	6,60	0,80	3,85
	6	13,20	17,60	6,60	0,80	3,85
	7	9,00	11,20	6,60	0,80	3,85

Nota: tem descarregadores de cheia no coramento do arco

Pilares = 6

Características do Pilar [m]	Pilares = 6					
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível		
	1	4,4	4,85	4,85		
	2	4,4	5,85	5,85		
	3	4,4	5,85	5,85		
	4	4,4	5,85	5,85		
	5	4,4	5,85	5,85		
	6	4,4	3,9	3,9		

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	7,30	Direito	
Esquerdo	6,30	Esquerdo	10,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,25	6,30	4,80

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 13,20	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras características:

Altura do guarda-corpos [g]	1,00	m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,60	m
Altura cornija no arco [c ₂]		m
Altura fundação visível [f]		m
Altura visível ao leito [p]		m
Comprimento Total	110,40	m
Área do Tabuleiro	695,52	m ²
Velocidade	30	Km/h
Zona Sísmica	D	
Material de construção	Granito	
Carga máx.	30	ton

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 13,20
Altura do arco	r = 6,60
Espessura do arco	t = 0,80
Enchimento total	h = 4,45
Largura do maior pilar	W = 4,40
Altura do pilar	H = 5,85
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,061
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,121
Razão larg. pilar / vão	W/s = 0,333
Razão larg. / altura pilar	W/H = 0,752

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica Quinta da Terrincha

Localização: EN 102, km 050+153

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,234115 ; -7,087275

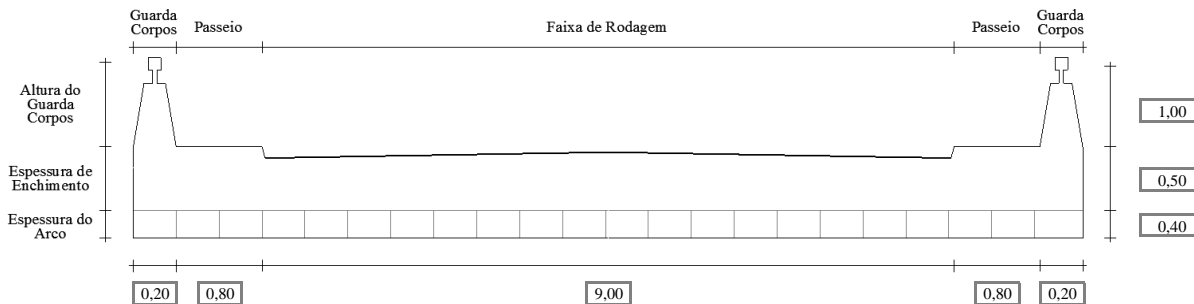
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 14

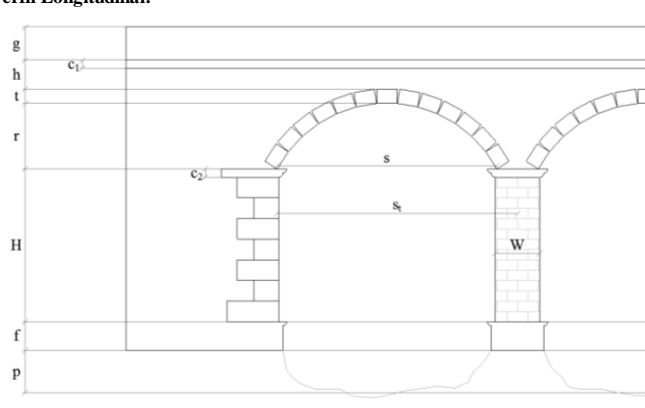
Nº EP: 4374

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	4,00	4,00	2,00	0,40	0,50

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
4,00	3,10	4,00	3,10

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
0,40	0,40

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,20	11,00	9,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → $r/s = 0,50$

Arco abatido	$0,00 < r/s \leq 0,25$
Arco semi-abatido	$0,25 < r/s \leq 0,40$
Arco profundo	$0,40 < r/s$

Categoria em função do vão → $s = 4,00$

Arco de pequeno vão	$0,0 < s \leq 7,5$
Arco de médio vão	$7,5 < s \leq 15,0$
Arco de grande vão	$15,0 < s$

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	4,00 m
Área do Tabuleiro	44,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 4,00
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,40
Enchimento total	h = 0,50
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,100
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,200
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte sobre o Ribeiro de Bem Saúde

Localização: EN 102, km 044+729

Ano Construção:

Ano Alteração: 1987

Coordenadas: 41,277610 ; -7,098899

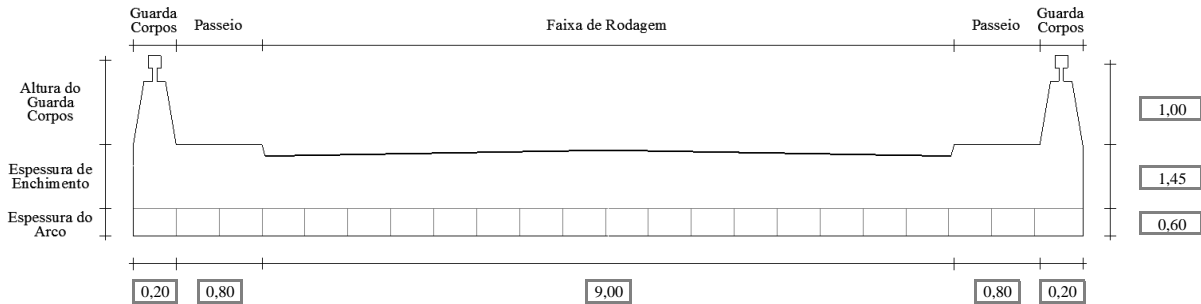
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 15

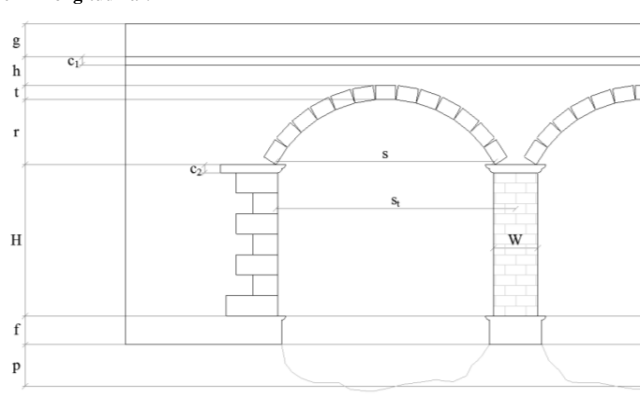
Nº EP: 4376

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	6,00	6,00	3,00	0,60	1,45

Nota: espessura do arco variável

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
15,70	15,70	7,00	7,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
3,00	3,00

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
8,00	11,00	9,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 6,00

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,50 m
Altura fundação visível [f]	0,50 m
Altura visível ao leito [p]	0,10 m
Comprimento Total	6,00 m
Área do Tabuleiro	66,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 6,00
Altura do arco	r = 3,00
Espessura do arco	t = 0,60
Enchimento total	h = 1,45
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,100
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,200
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte do Cavaco

Localização: EN 102, km 034+336

Ano Construção:

Ano Alteração: 1987

Coordenadas: 41,357680 ; -7,064222

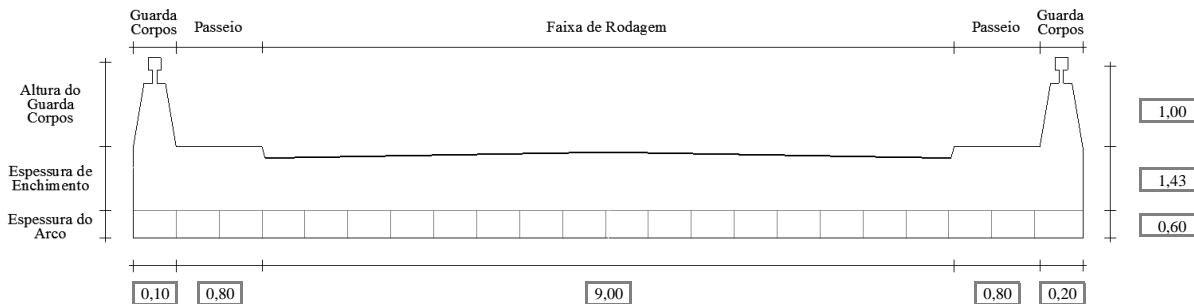
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 16

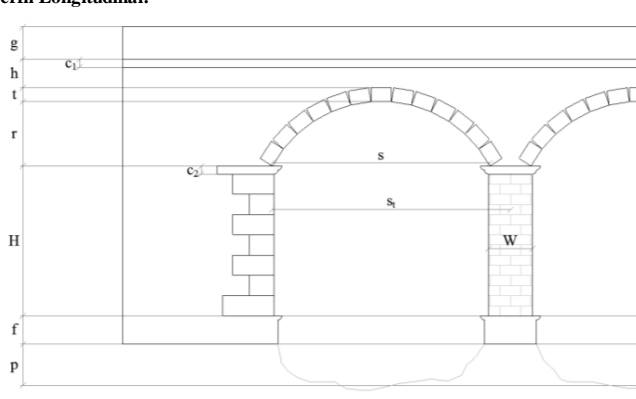
Nº EP: 4381

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	5,80	5,80	3,00	0,60	1,20

Nota: espessura do arco variável

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
8,70	8,70	8,30	8,30

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída

Largura do tabuleiro [m]

Original	Actual	Gabarit hor.
8,00	10,90	8,70

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,52	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 5,80	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,23 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	5,80 m
Área do Tabuleiro	63,22 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 5,80
Altura do arco	r = 3,00
Espessura do arco	t = 0,60
Enchimento total	h = 1,43
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,103
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,200
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte da Freixeda

Localização: EN 102, km 035+311

Ano Construção:

Ano Alteração: 1987

Alvenaria Alargada: Sim

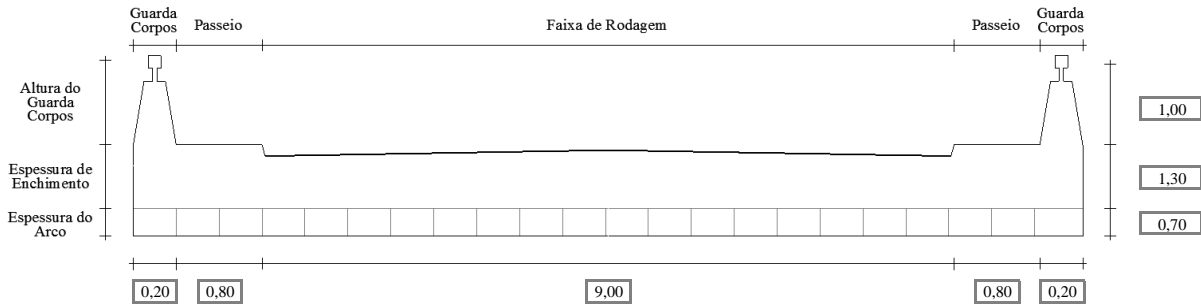
Coordenadas: 41,349926 ; -7,063046

Ponte nº: 17

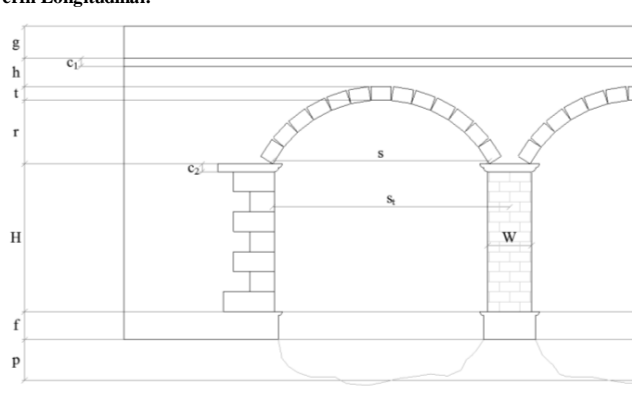
Nº EP: 4382

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	8,00	8,00	2,00	0,70	1,02

Nota: espessura do arco variável

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
8,30	8,30	7,20	7,20

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
1,90	1,90

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
7,15	11,00	9,00

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,28 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	8,00 m
Área do Tabuleiro	88,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r / s = 0,25	
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão → s = 8,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 8,00
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,70
Enchimento total	h = 1,30
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,088
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,350
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte de Lassa

Localização: EN 102, km 040+303

Coordenadas: 41,311859 ; -7,089689

Ponte nº: 18

Nº EP: 4384

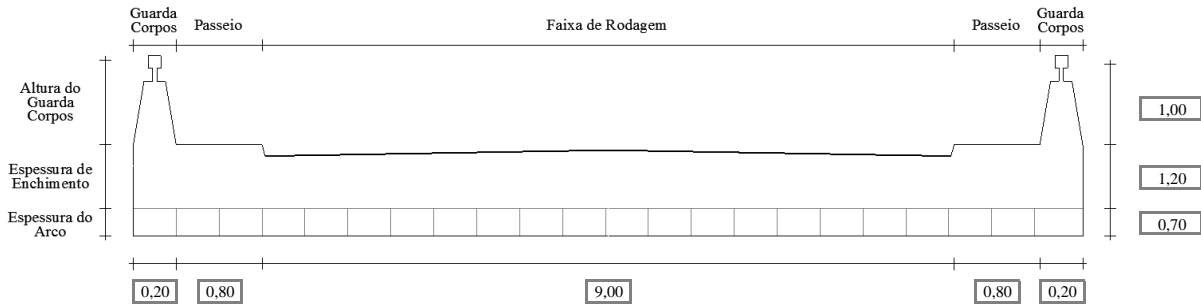
Ano Construção:

Ano Alteração: 1987

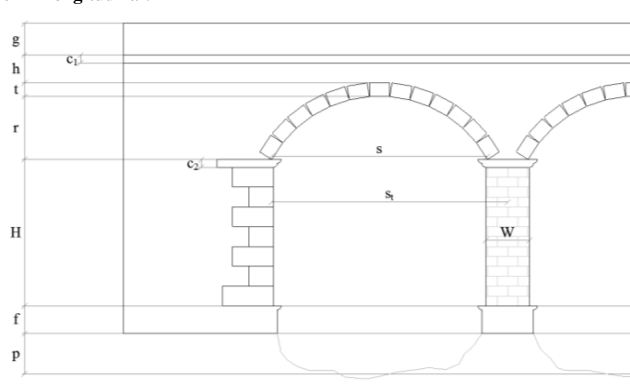
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	10,85	10,85	5,00	0,70	0,95

Nota: espessura do arco variável

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
8,30	8,30	8,70	8,70

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
1,50	0,00

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
7,00	11,00	9,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,46	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 10,85

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	1,20 m
Comprimento Total	10,85 m
Área do Tabuleiro	119,35 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 10,85
Altura do arco	r = 5,00
Espessura do arco	t = 0,70
Enchimento total	h = 1,20
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,065
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,140
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte da Cal sobre a Ribeira da Cal

Localização: EN 102, km 041+500

Ano Construção:

Ano Alteração: 1987

Coordenadas: 41,301647 ; -7,092491

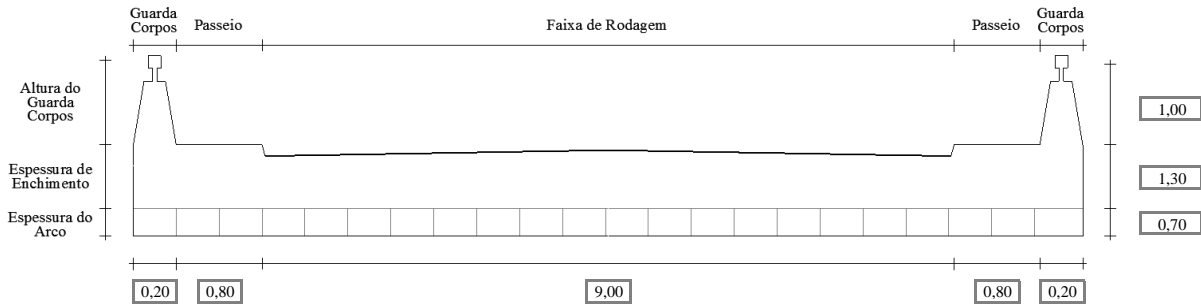
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 19

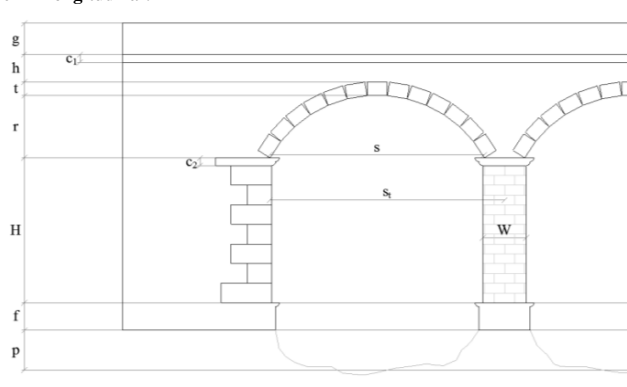
Nº EP: 4385

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	11,00	11,00	5,50	0,70	1,05

Nota: espessura do arco variável

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

	Entrada		Saída	
	Direito	13,00	Direito	11,50
Esquerdo	13,00	Esquerdo	11,50	

Altura dos encontros [m]

	Entrada	2,50	Saída	1,50
--	---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

	Original	Atual	Gabarit hor.
	7,70	11,00	9,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 11,00

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	0,70 m
Comprimento Total	11,00 m
Área do Tabuleiro	121,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 11,00
Altura do arco	r = 5,50
Espessura do arco	t = 0,70
Enchimento total	h = 1,30
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,064
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,127
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica sobre a ribeira da Veiga em Rabal

Localização: EN 103-7, km 009+650

Coordenadas: 41,869011 ; -6,751757

Ponte nº: 20

Nº EP: 4387

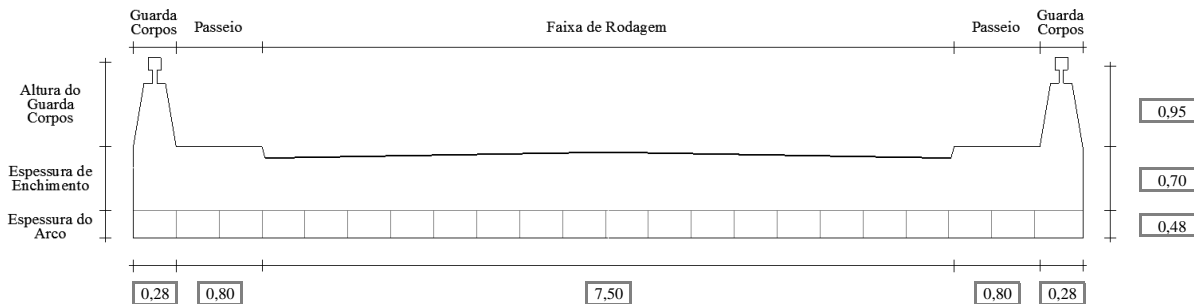
Ano Construção: 1887

Ano Alteração:

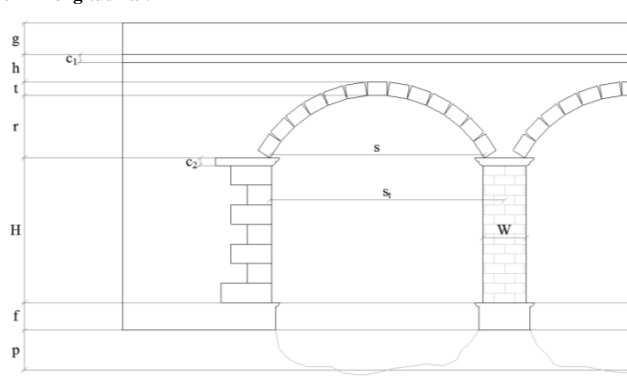
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	4,25	4,25	2,00	0,48	0,70

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
8,10	11,50	9,60	0,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
3,00	3,00

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
5,80	9,66	7,50

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,95 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	0,10 m
Comprimento Total	4,25 m
Área do Tabuleiro	41,06 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,47

Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 4,25

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 4,25
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,48
Enchimento total	h = 0,90
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,113
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,240
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte sobre o rio Sabor em França

Localização: EN 103-7, km 014+960

Ano Construção: 1897

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,902052 ; -6,735379

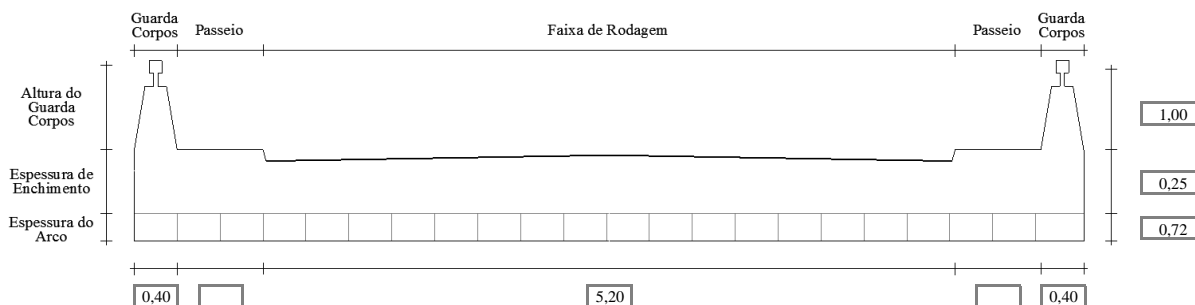
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 21

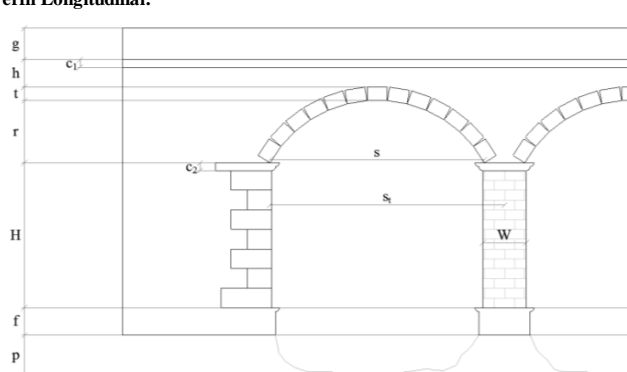
Nº EP: 4388

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 3

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	10,00	11,00	1,33	0,72	0,25
2	10,00	12,00	1,33	0,72	0,25	
3	10,00	11,00	1,33	0,72	0,25	

Nota: espessura do arco variável e irregular

Pilares = 2

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível
	1	2	2,1	2,1
2	2	2,1	2,1	

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	7,50	Direito	12,00
Esquer.	7,50	Esquer.	12,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
1,85	1,85

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,00	6,00	5,10

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,13	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 10,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,20 m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	34,00 m
Área do Tabuleiro	204,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 10,00
Altura do arco	r = 1,33
Espessura do arco	t = 0,72
Enchimento total	h = 0,50
Largura do maior pilar	W = 2,00
Altura do pilar	H = 2,10
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,072
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,541
Razão larg. pilar / vão	W/s = 0,200
Razão larg. / altura pilar	W/H = 0,952

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte sobre a ribeira do Portelo

Localização: EN 103-7, km 018+700

Ano Construção: 1890

Ano Alteração: 1993

Coordenadas: 41,928300 ; -6,729346

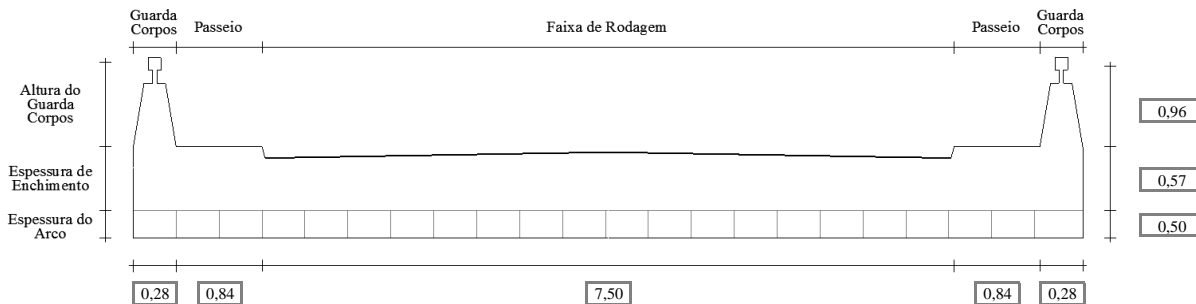
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 22

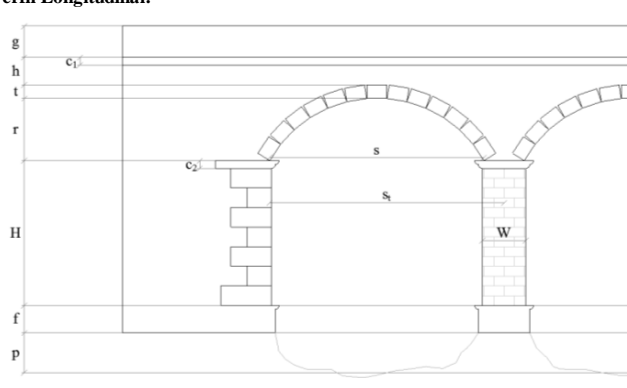
Nº EP: 4389

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	4,00	4,00	2,00	0,50	0,57

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	30,00	Direito	11,00
Esquer.	14,00	Esquer.	19,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	5,70	Saída	5,70
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,00	9,74	7,50

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,96	m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25	m
Altura cornija no arco [c ₂]		m
Altura fundação visível [f]		m
Altura visível ao leito [p]		m
Comprimento Total	4,00	m
Área do Tabuleiro	38,96	m ²
Velocidade		Km/h
Zona Sísmica	D	
Material de construção	Granito e xisto	

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 4,00

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 4,00
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,50
Enchimento total	h = 0,82
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,125
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,250
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte Internacional de Quintanilha sobre o rio Maças

Localização: EN 218-1, km 008+020

Coordenadas: 41,737888 ; -6,556886

Ponte nº: 23

Nº EP: 4392

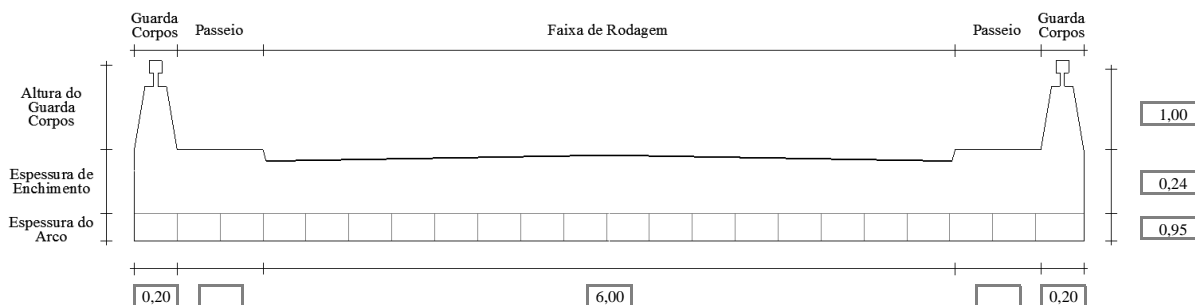
Ano Construção: 1903

Ano Alteração:

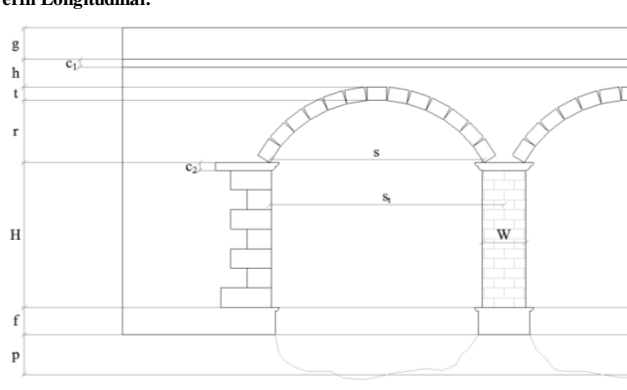
Alvenaria Alargada: Não

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 5

Características do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Características do Vão				
		Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	14,95	15,5	2,45	0,95	0,24
	2	14,95	16,15	2,45	0,95	0,24
	3	14,95	16,15	2,45	0,95	0,24
	4	14,95	16,15	2,45	0,95	0,24
	5	14,95	15,5	2,45	0,95	0,24

Nota: espessura do arco irregular

Pilares = 4

Características do Pilar [m]	Nº Pilar	Características do Pilar		
		Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível
	1	1,5	6,0	5,1
	2	1,5	6,0	4,1
	3	1,5	6,0	4,5
	4	1,5	6,0	5,7

Nota: espessura do pilar variável em altura

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
18,00	19,00	20,50	13,50

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
4,70	5,70

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,40	6,40	5,10

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,16	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 14,95	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,42 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,60 m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	77,53 m
Área do Tabuleiro	496,19 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 14,95
Altura do arco	r = 2,45
Espessura do arco	t = 0,95
Enchimento total	h = 0,66
Largura do maior pilar	W = 1,50
Altura do pilar	H = 6,00
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,064
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,388
Razão larg. pilar / vão	W/s = 0,100
Razão larg. / altura pilar	W/H = 0,250

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Pontão sobre a ribeira de Forcados

Localização: EN 218, km 019+060

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,778000 ; -6,625767

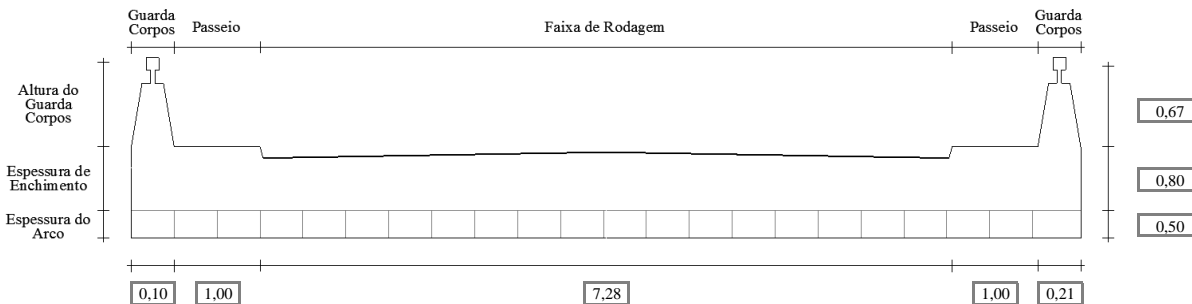
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 24

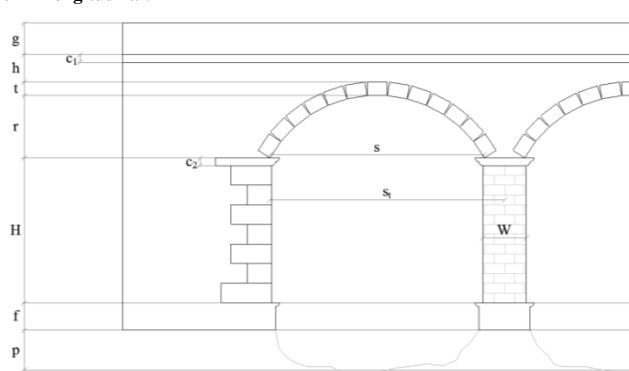
Nº EP: 4393

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	4,00	4,00	2,00	0,50	0,80

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
41,00		16,00	

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
2,20	2,20

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,00	9,59	7,28

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,67 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	4,00 m
Área do Tabuleiro	38,36 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa →	r/s = 0,50
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 4,00

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 4,00
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,50
Enchimento total	h = 1,00
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,125
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,250
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica na ribeira da Ferradosa em Milhão

Localização: EN 218, km 017+880

Coordenadas: 41,785200 ; -6,631683

Ponte nº: 25

Nº EP: 4394

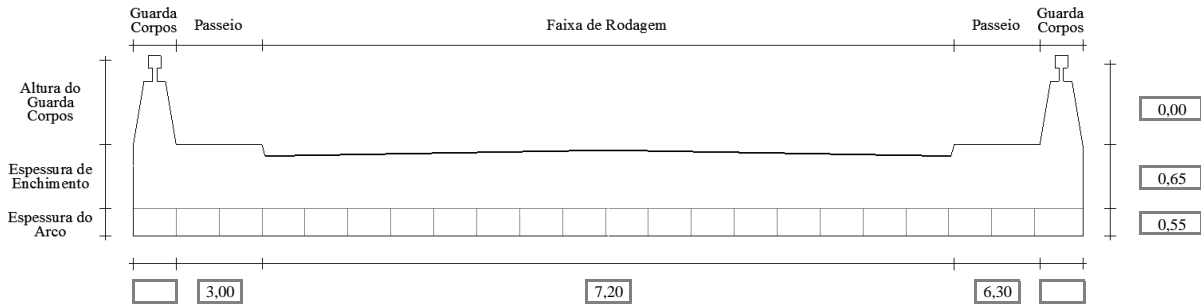
Ano Construção:

Ano Alteração:

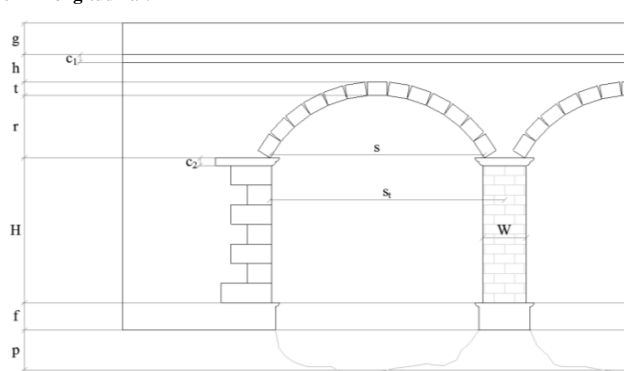
Alvenaria Alargada: Sim

Data:

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	3,90	3,90	2,00	0,55	0,65

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
41,00		16,00	

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
1,70	1,70

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,00	16,50	8,00

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	3,90 m
Área do Tabuleiro	64,35 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,51	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s
Categoria em função do vão → s = 3,90	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 3,90
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,55
Enchimento total	h = 0,65
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,141
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,275
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte nova de Gimonde sobre o rio Sabor

Localização: EN 218, km 006+961

Coordenadas: 41,803500 ; -6,695740

Ponte nº: 26

Nº EP: 4395

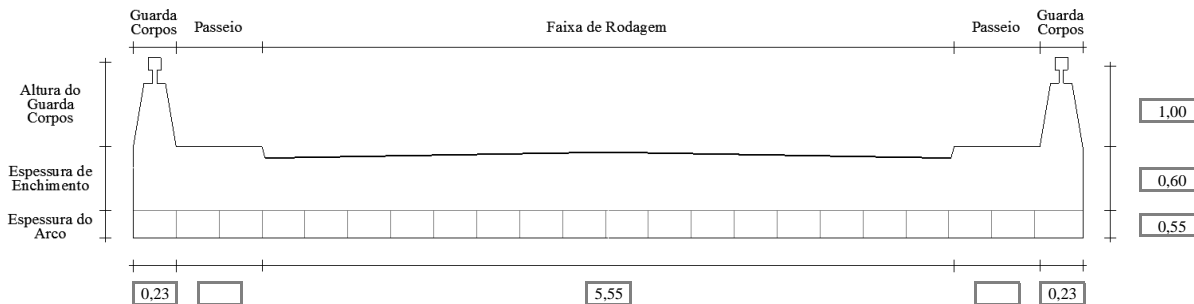
Ano Construção: 1888

Ano Alteração:

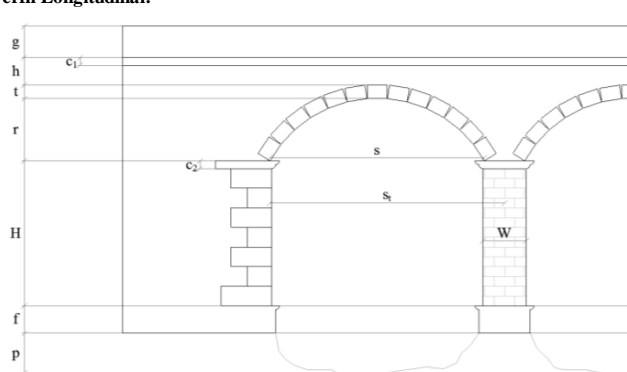
Alvenaria Alargada: Não

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 7

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Vãos = 7					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	7,00	7,90	2,00	0,55	0,60
	2	7,00	8,80	2,00	0,55	0,60
	3	7,00	8,80	2,00	0,55	0,60
	4	7,00	8,80	2,00	0,55	0,60
	5	7,00	8,80	2,00	0,55	0,60
	6	7,00	8,80	2,00	0,55	0,60
	7	7,00	7,90	2,00	0,55	0,60

Nota: espessura do arco irregular e tem um arco de descarga com 1,50m de vão

Pilares = 6

Caraterísticas do Pilar [m]	Pilares = 6					
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível		
	1	1,8	4,15	4,15		
	2	1,8	4,15	4,15		
	3	1,8	4,15	4,15		
	4	1,8	4,15	4,15		
	5	1,8	4,15	4,15		
	6	1,8	4,15	4,15		

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	24,50	Direito	24,50
Esquer.	24,50	Esquer.	24,50

Altura dos encontros [m]

Entrada	3,70	Saída	4,15
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,00	6,01	5,55

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00	m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,15	m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,20	m
Altura fundação visível [f]		m
Altura visível ao leito [p]		m
Comprimento Total	59,80	m
Área do Tabuleiro	359,40	m ²
Velocidade		Km/h
Zona Sísmica	D	
Material de construção	Granito e xisto	

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,29	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 7,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 7,00
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,55
Enchimento total	h = 0,75
Largura do maior pilar	W = 1,80
Altura do pilar	H = 4,15
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,079
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,275
Razão larg. pilar / vão	W/s = 0,257
Razão larg. / altura pilar	W/H = 0,434

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte de Santa Maria sobre o rio Sabor

Localização: EN 218, km 002+055

Coordenadas: 41,815678 ; -6,736162

Ponte nº: 27

Nº EP: 4396

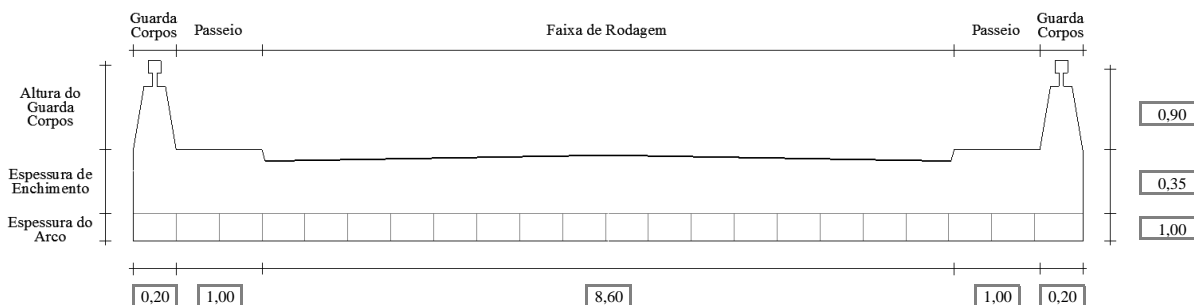
Ano Construção: 1887

Ano Alteração: 1993

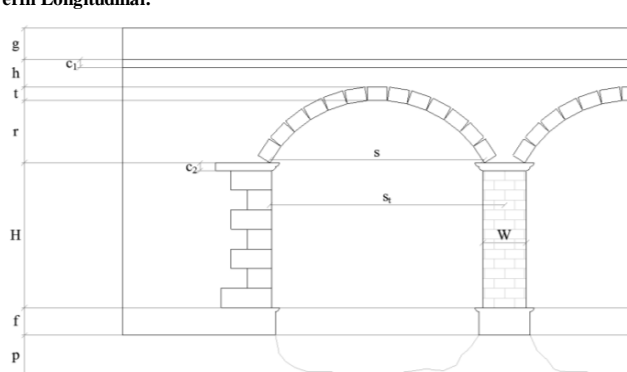
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 3

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	9,00	10,00	4,50	1,00	0,35
2	9,00	11,00	4,50	1,00	0,35	
3	9,00	10,00	4,50	1,00	0,35	

Nota: espessura do arco irregular

Pilares = 2

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível
	1	2	15,8	15,8
2	2	15,8	15,8	

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	37,00	Direito	22,00
Esquer.	37,00	Esquer.	22,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	15,00	Saída	15,00
---------	-------	-------	-------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,00	11,00	8,60

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 9,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,90 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	31,00 m
Área do Tabuleiro	341,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 9,00
Altura do arco	r = 4,50
Espessura do arco	t = 1,00
Enchimento total	h = 0,60
Largura do maior pilar	W = 2,00
Altura do pilar	H = 15,80
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,111
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,222
Razão larg. pilar / vão	W/s = 0,222
Razão larg. / altura pilar	W/H = 0,127

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte sobre o Rio Fresno em Miranda do Douro

Localização: EN 218, km 083+900

Coordenadas: 41,500100 ; -6,275126

Ponte nº: 28

Nº EP: 4402

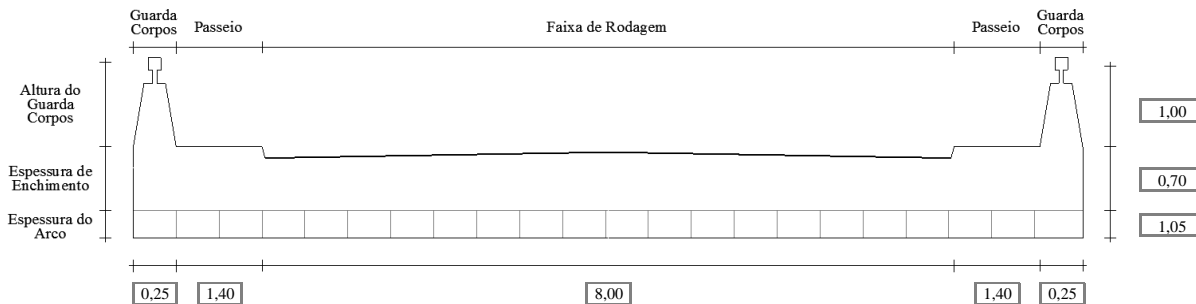
Ano Construção: 1883

Ano Alteração: 1994

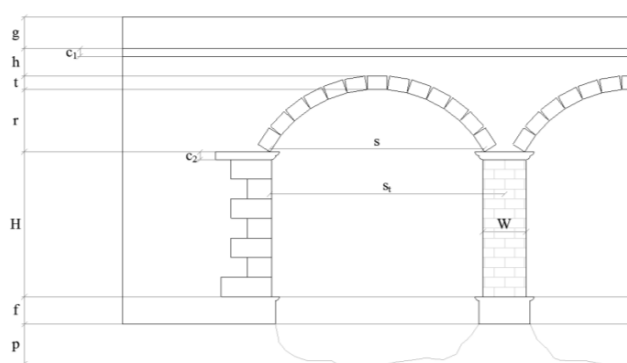
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	10,80	10,80	5,00	1,05	0,70

Nota: a chave tem espessura de 0,55 a 1,05m

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	16,00	Direito	16,00
Esquer.	16,00	Esquer.	16,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	9,25	Saída	9,25
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6?	11,30	8,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,46	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 10,80	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,28 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,28 m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	10,80 m
Área do Tabuleiro	122,04 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 10,80
Altura do arco	r = 5,00
Espessura do arco	t = 1,05
Enchimento total	h = 0,98
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,097
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,210
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica de Brunhosinho

Localização: EN 221, km 028+686

Ano Construção:

Ano Alteração: 1994

Coordenadas: 41,360900 ; -6,525750

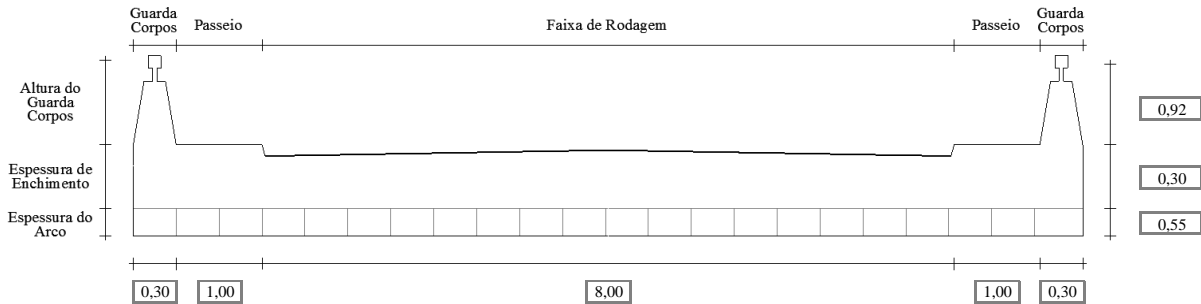
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 29

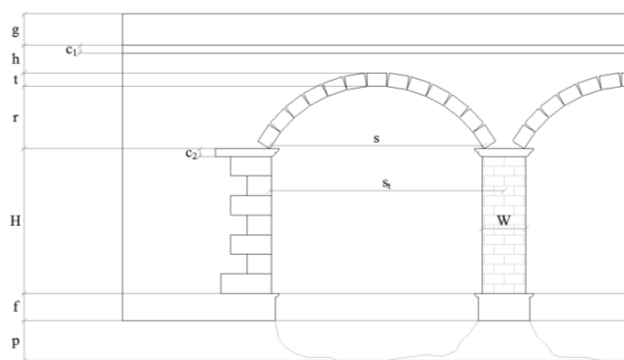
Nº EP: 4417

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	4,00	4,00	1,25	0,55	0,30

Nota: o extradorso do arco é irregular

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
8,10	8,10	8,60	8,60

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
2,15	2,15

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
7,15	10,60	8,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → $r/s = 0,31$

Arco abatido	$0,00 < r/s \leq 0,25$
Arco semi-abatido	$0,25 < r/s \leq 0,40$
Arco profundo	$0,40 < r/s$

Categoria em função do vão → $s = 4,00$

Arco de pequeno vão	$0,0 < s \leq 7,5$
Arco de médio vão	$7,5 < s \leq 15,0$
Arco de grande vão	$15,0 < s$

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,92 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,37 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	0,10 m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	4,00 m
Área do Tabuleiro	42,40 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	$s = 4,00$
Altura do arco	$r = 1,25$
Espessura do arco	$t = 0,55$
Enchimento total	$h = 0,67$
Largura do maior pilar	$W =$
Altura do pilar	$H =$
Razão esp. arco / vão	$t/s = 0,138$
Razão esp. arco / altura	$t/r = 0,440$
Razão larg. pilar / vão	$W/s =$
Razão larg. / altura pilar	$W/H =$

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 221, km 053+900

Ano Construção: 1955

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,277026 ; -6,751210

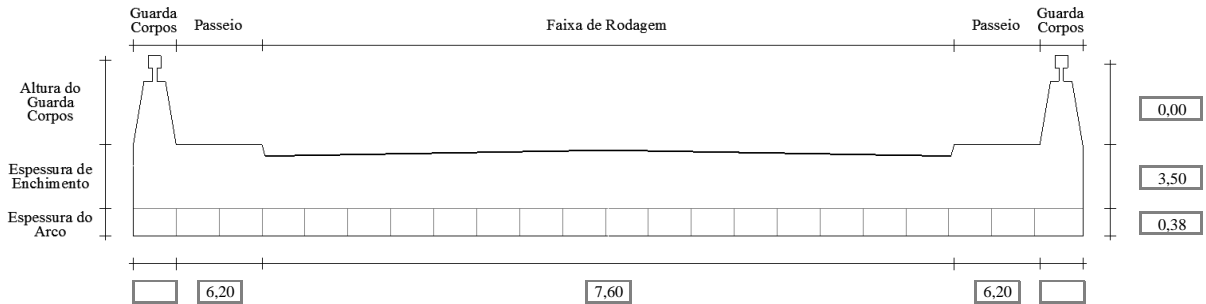
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 30

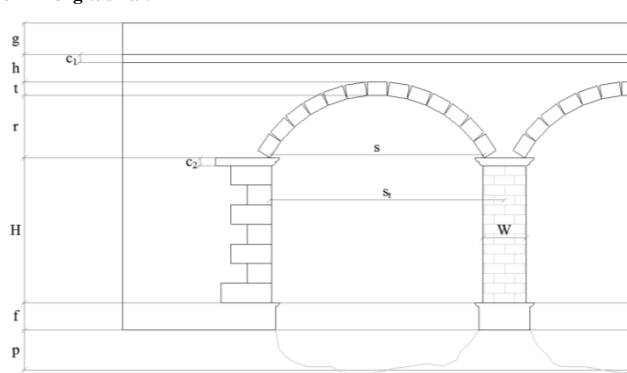
Nº EP: 4426

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 4

Características do Vão do Arco [m]	Vãos = 4					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	2,00	2,50	1,00	0,38	3,50
	2	2,00	3,00	1,00	0,38	3,50
	3	2,00	3,00	1,00	0,38	3,50
	4	2,00	2,50	1,00	0,38	3,50

Nota:

Pilares = 3

Características do Pilar [m]	Pilares = 3			
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível
	1	1	3	3
	2	1	3	3
	3	1	3	3

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito		Direito	
Esquer.		Esquer.	

Altura dos encontros [m]

Entrada	3,00	Saída	3,00
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
20,00	20,00	7,60

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 2,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,30 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	0,30 m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	11,00 m
Área do Tabuleiro	220,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 2,00
Altura do arco	r = 1,00
Espessura do arco	t = 0,38
Enchimento total	h = 3,80
Largura do maior pilar	W = 1,00
Altura do pilar	H = 3,00
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,188
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,375
Razão larg. pilar / vão	W/s = 0,500
Razão larg. / altura pilar	W/H = 0,333

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte do Zom

Localização: EN 221, km 094+040

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,065000 ; -6,816500

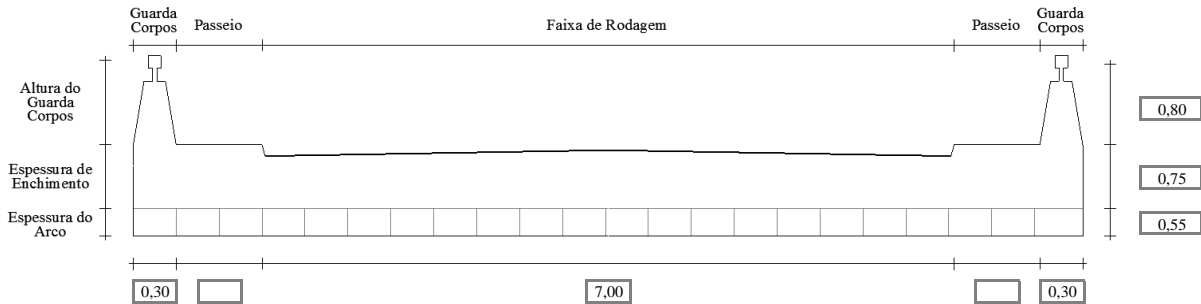
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 31

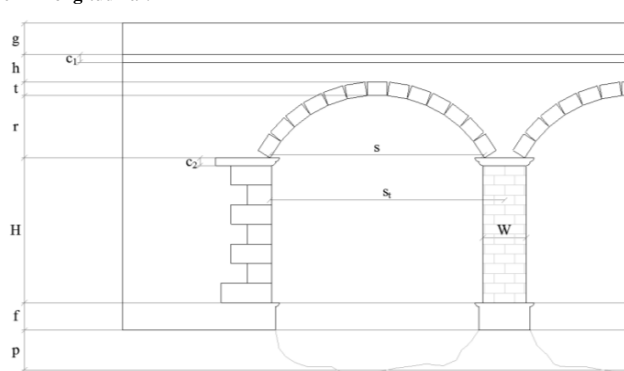
Nº EP: 4429

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	4,00	4,00	2,00	0,55	0,75

Nota:

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
5,30	5,30	10,50	10,50

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
2,50	2,50

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
4,00	7,60	7,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → $r/s = 0,50$

Arco abatido	$0,00 < r/s \leq 0,25$
Arco semi-abatido	$0,25 < r/s \leq 0,40$
Arco profundo	$0,40 < r/s$

Categoria em função do vão → $s = 4,00$

Arco de pequeno vão	$0,0 < s \leq 7,5$
Arco de médio vão	$7,5 < s \leq 15,0$
Arco de grande vão	$15,0 < s$

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,80 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	4,00 m
Área do Tabuleiro	30,40 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	$s = 4,00$
Altura do arco	$r = 2,00$
Espessura do arco	$t = 0,55$
Enchimento total	$h = 0,95$
Largura do maior pilar	$W =$
Altura do pilar	$H =$
Razão esp. arco / vão	$t/s = 0,138$
Razão esp. arco / altura	$t/r = 0,275$
Razão larg. pilar / vão	$W/s =$
Razão larg. / altura pilar	$W/H =$

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 221, km 098+760

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,034720 ; -6,827634

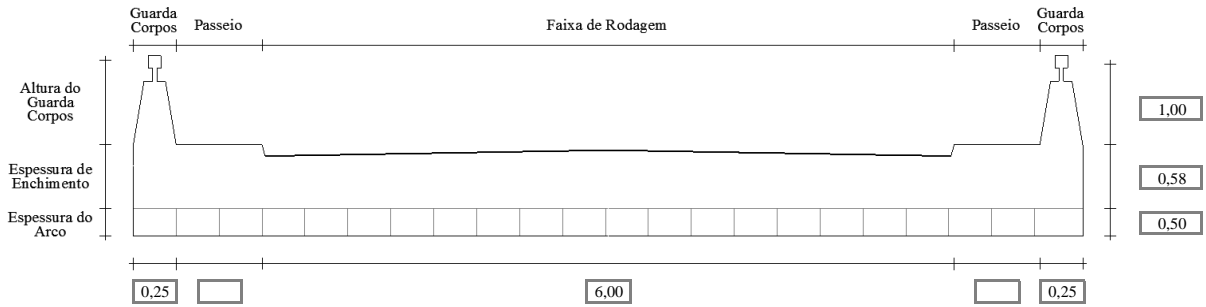
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 32

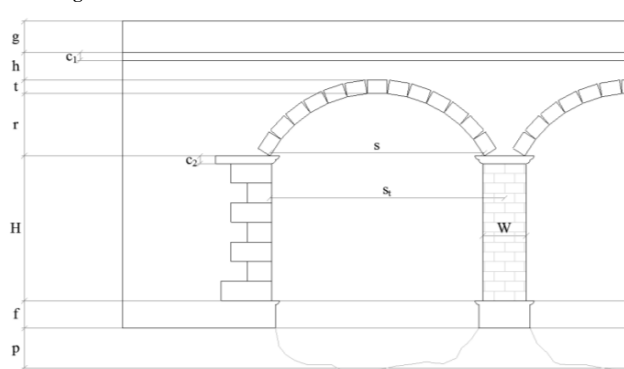
Nº EP: 4430

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	3,00	3,00	1,50	0,50	0,58

Nota: espessura do arco irregular

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
5,30	5,30	10,50	10,50

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
1,72	1,62

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,50	6,50	6,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → $r/s = 0,50$

Arco abatido	$0,00 < r/s \leq 0,25$
Arco semi-abatido	$0,25 < r/s \leq 0,40$
Arco profundo	$0,40 < r/s$

Categoria em função do vão → $s = 3,00$

Arco de pequeno vão	$0,0 < s \leq 7,5$
Arco de médio vão	$7,5 < s \leq 15,0$
Arco de grande vão	$15,0 < s$

Outras caraterísticas:

Altura da guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,23 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,18 m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	3,00 m
Área do Tabuleiro	19,50 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	$s = 3,00$
Altura do arco	$r = 1,50$
Espessura do arco	$t = 0,50$
Enchimento total	$h = 0,81$
Largura do maior pilar	$W =$
Altura do pilar	$H =$
Razão esp. arco / vão	$t/s = 0,167$
Razão esp. arco / altura	$t/r = 0,333$
Razão larg. pilar / vão	$W/s =$
Razão larg. / altura pilar	$W/H =$

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 221, km 101+922

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,031334 ; -6,855002

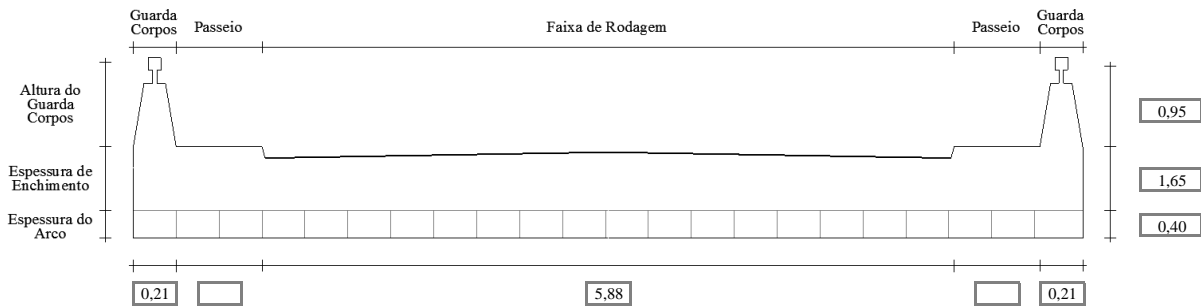
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 33

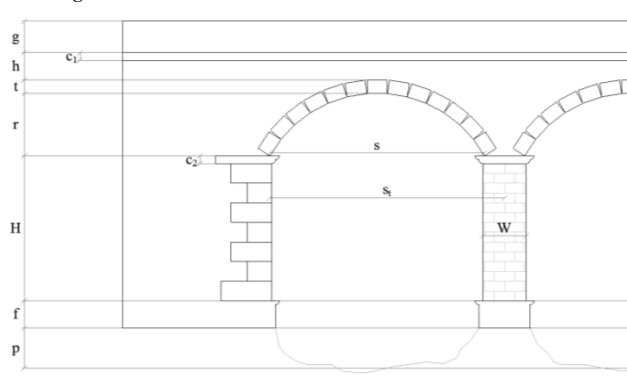
Nº EP: 4431

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	2,88	2,88	1,45	0,40	1,65

Nota: espessura do arco irregular de 0,40 a 0,55 m

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	7,15	Direito	10,80
Esquer.	7,15	Esquer.	10,80

Altura dos encontros [m]

Entrada	2,55	Saída	2,55
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,00	6,30	5,88

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 2,88	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,95 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,20 m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	2,88 m
Área do Tabuleiro	18,14 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 2,88
Altura do arco	r = 1,45
Espessura do arco	t = 0,40
Enchimento total	h = 1,85
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,139
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,276
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 221, km 103+330

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,031803 ; -6,865671

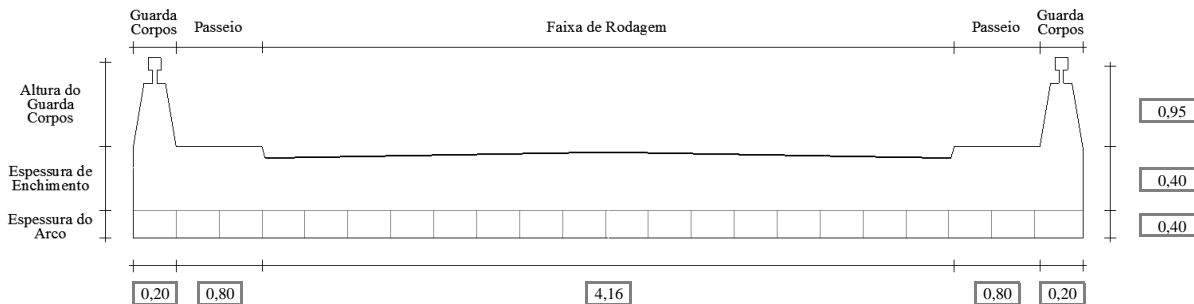
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 34

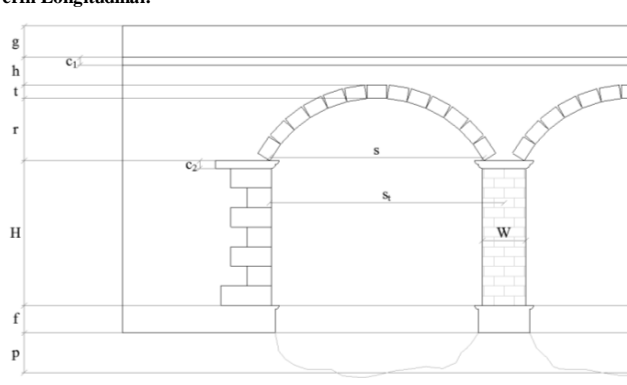
Nº EP: 4432

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	3,00	3,00	1,50	0,40	0,40

Nota:

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	7,15	Direito	10,80
Esquer.	7,15	Esquer.	10,80

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
3,50	3,50

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,05	6,16	4,16

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 3,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,95 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,20 m
Altura fundação visível [f]	0,58 m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	3,00 m
Área do Tabuleiro	18,48 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 3,00
Altura do arco	r = 1,50
Espessura do arco	t = 0,40
Enchimento total	h = 0,60
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,133
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,267
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 221, km 104+422

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,031735 ; -6,875054

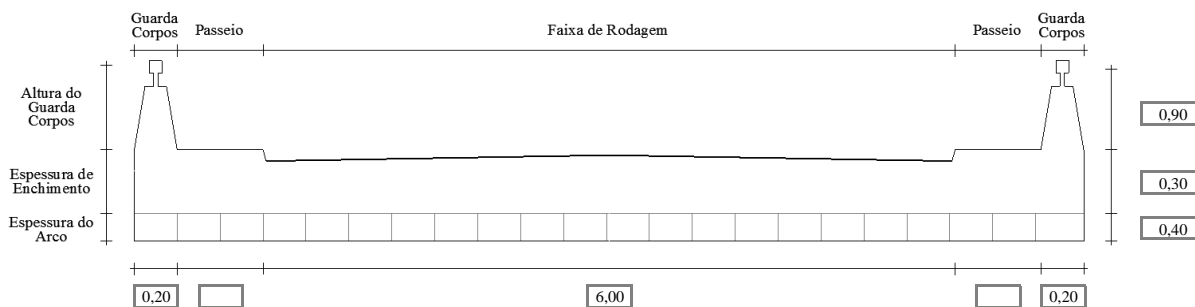
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 35

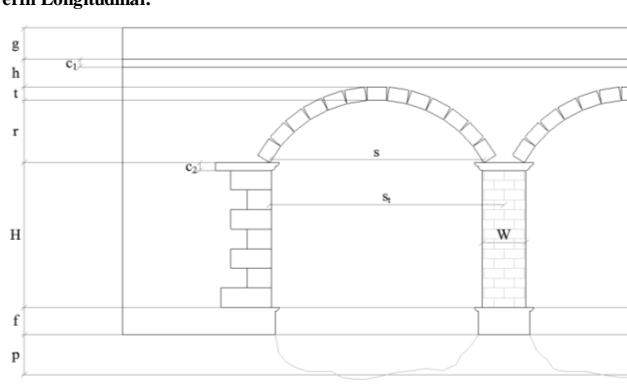
Nº EP: 4433

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	2,90	2,90	1,50	0,40	0,30

Nota:

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito		Direito	
Esquer.		Esquer.	

Altura dos encontros [m]

Entrada	4,10	Saída	4,10
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,05	6,40	4,16

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,52	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 2,90

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,90 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,20 m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	2,90 m
Área do Tabuleiro	18,56 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 2,90
Altura do arco	r = 1,50
Espessura do arco	t = 0,40
Enchimento total	h = 0,50
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,138
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,267
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 221, km 106+680

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,034378 ; -6,895504

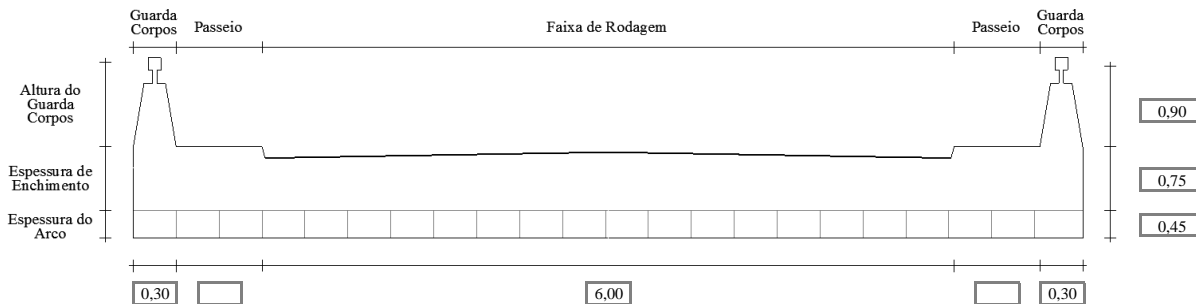
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 36

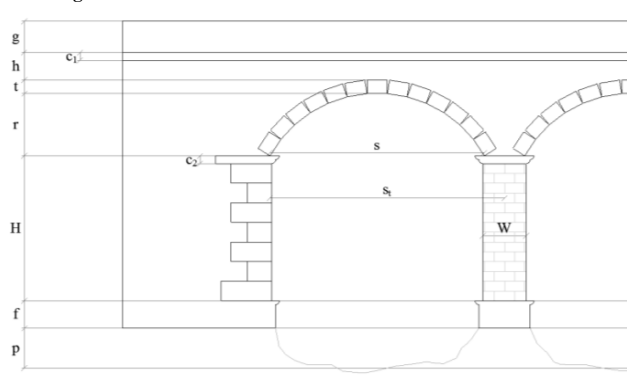
Nº EP: 4435

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	4,00	4,00	2,00	0,45	0,75

Nota:

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito		Direito	
Esquer.		Esquer.	

Altura dos encontros [m]

Entrada	4,70	Saída	4,70
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,60	6,60	6,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 4,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,90 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	2,00 m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	4,00 m
Área do Tabuleiro	26,40 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 4,00
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,45
Enchimento total	h = 0,95
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,113
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,225
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte do Mosteiro

Localização: EN 221, km 107+770

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,037803 ; -6,906797

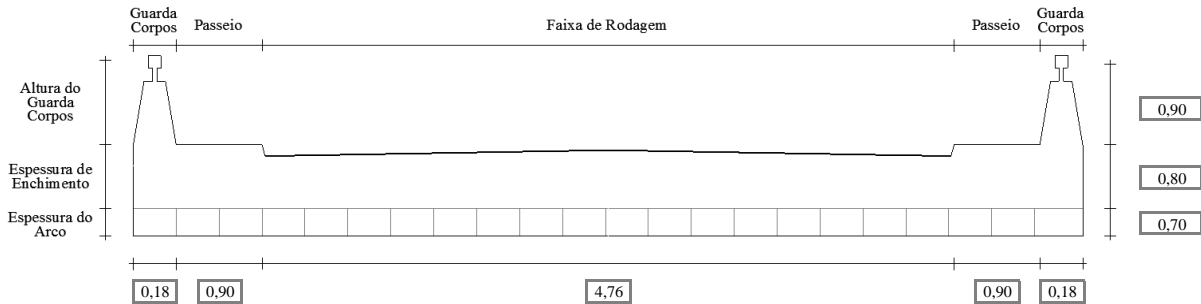
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 37

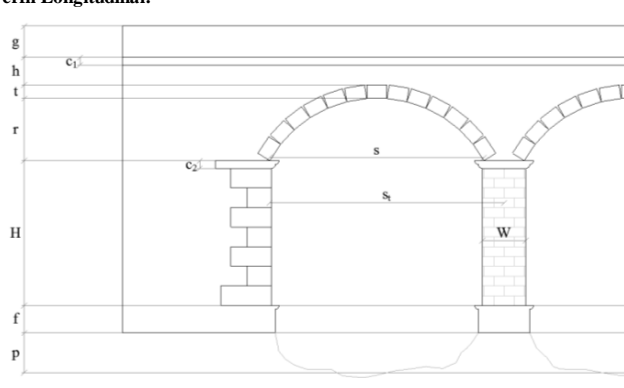
Nº EP: 4436

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 3

Características do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	9,90	11,00	4,95	0,70	0,80
2	9,90	12,10	4,95	0,70	0,80	
3	9,90	11,00	4,95	0,70	0,80	

Nota: espessura do arco variável

Pilares = 2

Características do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível
	1	2,2	4,25	4,25
2	2,2	4,25	4,25	

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	11,90	Direito	11,50
Esquer.	11,90	Esquer.	11,50

Altura dos encontros [m]

Entrada	1,00	Saída	2,80
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,05	6,92	5,56

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 9,90	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,90 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,30 m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	34,10 m
Área do Tabuleiro	235,97 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 9,90
Altura do arco	r = 4,95
Espessura do arco	t = 0,70
Enchimento total	h = 1,05
Largura do maior pilar	W = 2,20
Altura do pilar	H = 4,25
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,071
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,141
Razão larg. pilar / vão	W/s = 0,222
Razão larg. / altura pilar	W/H = 0,518

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 221, km 110+519

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,031833 ; -6,934102

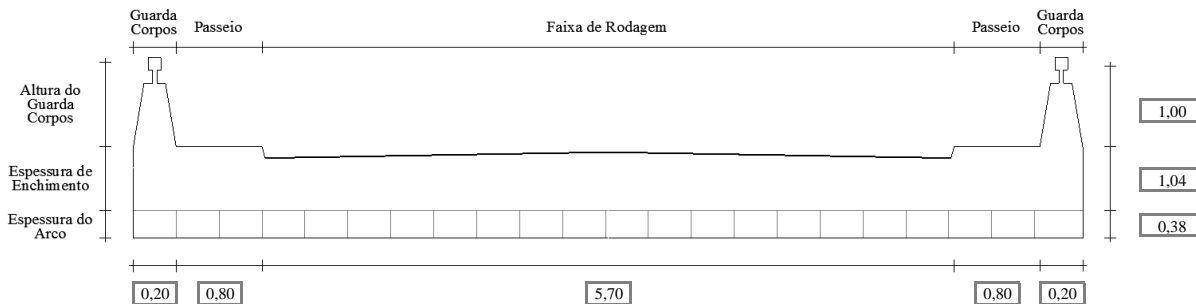
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 38

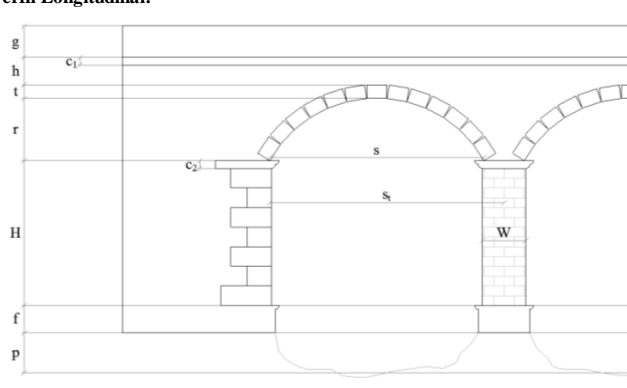
Nº EP: 4437

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	3,97	3,97	1,25	0,38	1,04

Nota: espessura do arco variável

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
3,70	3,70

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,95	7,70	7,30

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → $r/s = 0,31$

Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → $s = 3,97$

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	3,97 m
Área do Tabuleiro	30,57 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 3,97
Altura do arco	r = 1,25
Espessura do arco	t = 0,38
Enchimento total	h = 1,04
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,094
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,300
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte do Franco

Localização: EN 15, km 157+747

Ano Construção: 1872

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,429300 ; -7,360377

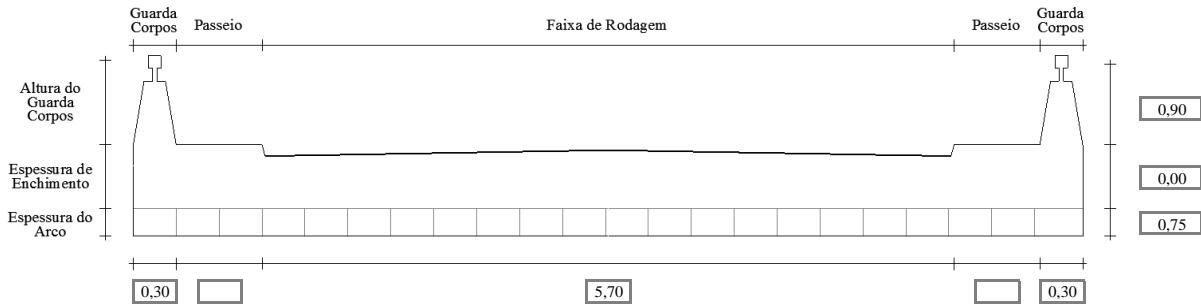
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 39

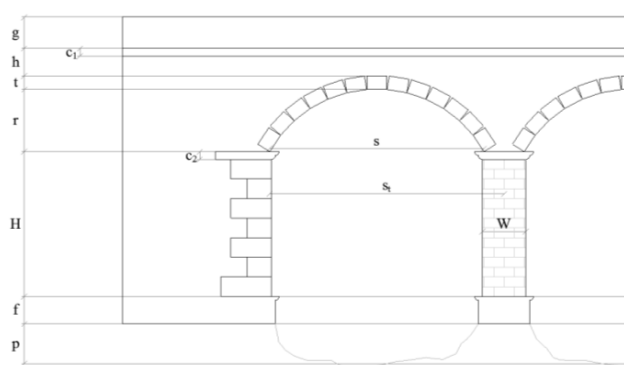
Nº EP: 4441

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	12,20	12,20	6,00	0,75	0,00

Nota: a chave tem espessura variável só na chave

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

	Entrada		Saída	
	Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
	29,90	19,80	26,80	26,00

Altura dos encontros [m]

	Entrada	Saída
	12,25	12,25

Largura do tabuleiro [m]

	Original	Atual	Gabarit hor.
	6,30	6,30	5,70

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,49	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 12,20

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,90 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,60 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,26 m
Altura fundação visível [f]	1,20 m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	12,20 m
Área do Tabuleiro	76,86 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 12,20
Altura do arco	r = 6,00
Espessura do arco	t = 0,75
Enchimento total	h = 0,60
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,061
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,125
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:

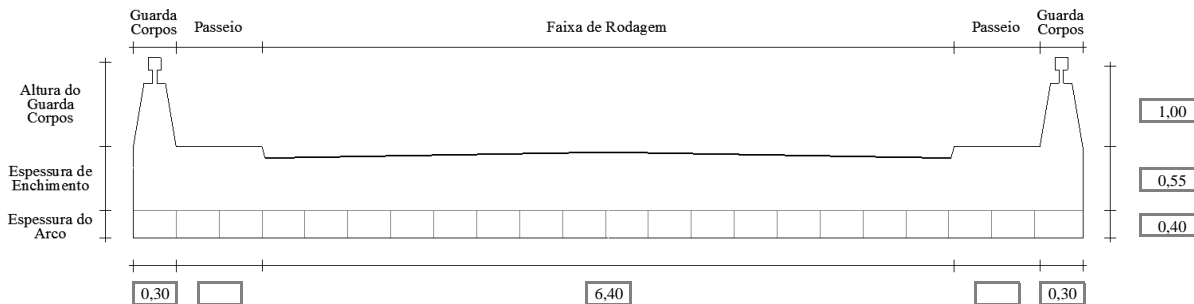


CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

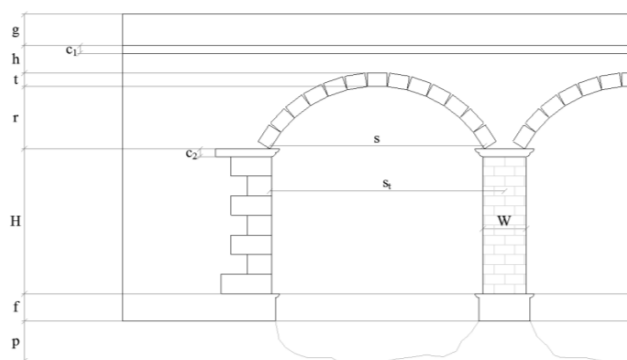
Nome da ponte: Ponte do Azibeiro
 Localização: EN 15, km 210+900
 Ano Construção: 1867 Ano Alteração:
 Coordenadas: 41,601661 ; -6,904695
 Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 40
 Nº EP: 4450
 Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Vãos = 1					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	3,90	3,90	1,95	0,40	0,55

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
13,00	13,00	10,00	10,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
3,55	3,55

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
7,00	7,00	6,40

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,50 m
Altura fundação visível [f]	0,90 m
Altura visível ao leito [p]	0,00 m
Comprimento Total	3,90 m
Área do Tabuleiro	27,30 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Pilares =			
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 3,90	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 3,90
Altura do arco	r = 1,95
Espessura do arco	t = 0,40
Enchimento total	h = 0,75
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,103
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,205
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte de Bragada sobre a ribeira de Teixedos

Localização: EN 15, km 215+930

Coordenadas: 41,626165 ; -6,857216

Ponte nº: 41

Nº EP: 4451

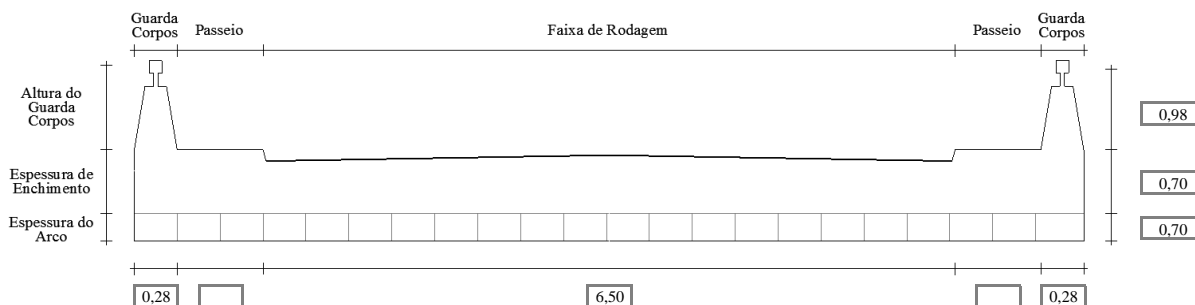
Ano Construção: 1867

Ano Alteração:

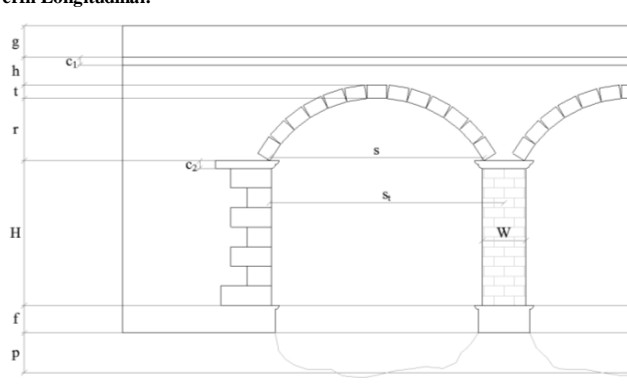
Alvenaria Alargada: Não

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	9,00	9,00	4,40	0,70	0,70

Nota: espessura do arco irregular

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	34,00	Direito	21,00
Esquer.	34,00	Esquer.	21,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	3,50	Saída	3,50
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
7,06	7,06	6,40

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,49	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 9,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,98 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	9,00 m
Área do Tabuleiro	63,54 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 9,00
Altura do arco	r = 4,40
Espessura do arco	t = 0,70
Enchimento total	h = 0,95
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,078
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,159
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte de Rossas sobre a ribeira de Rossas

Localização: EN 15, km 224+510

Coordenadas: 41,676247 ; -6,824105

Ponte nº: 42

Nº EP: 4452

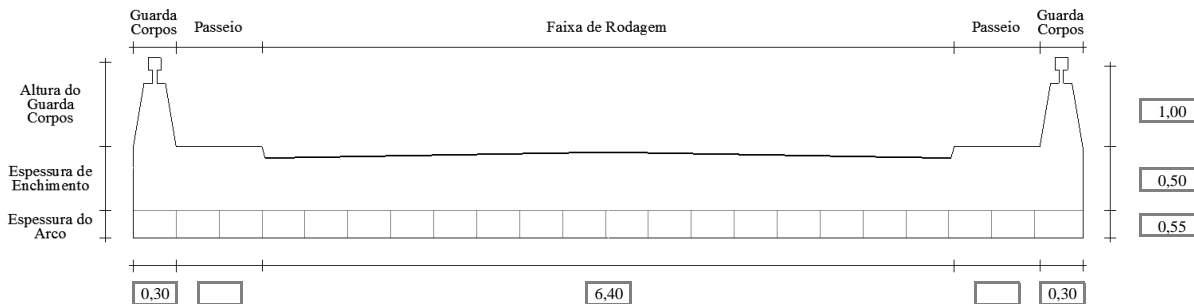
Ano Construção: 1867

Ano Alteração:

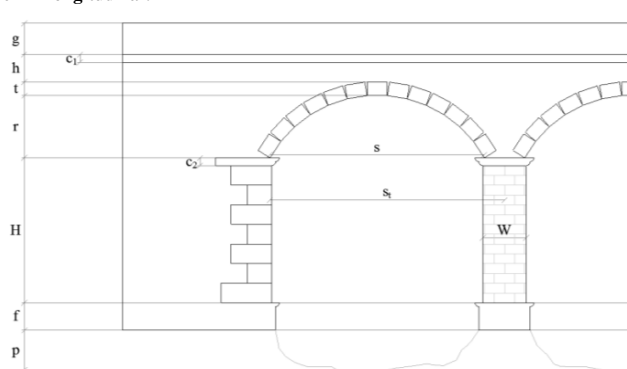
Alvenaria Alargada: Não

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	8,00	8,00	4,00	0,55	0,50

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
34,00	34,00	21,00	21,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
3,40	3,40

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
7,00	7,00	6,40

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	8,00 m
Área do Tabuleiro	56,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 8,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 8,00
Altura do arco	r = 4,00
Espessura do arco	t = 0,55
Enchimento total	h = 0,75
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,069
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,138
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte do Parâmio sobre o rio Baceiro

Localização: EN 308, km 255+042

Coordenadas: 41,898300 ; -6,853044

Ponte nº: 43

Nº EP: 4513

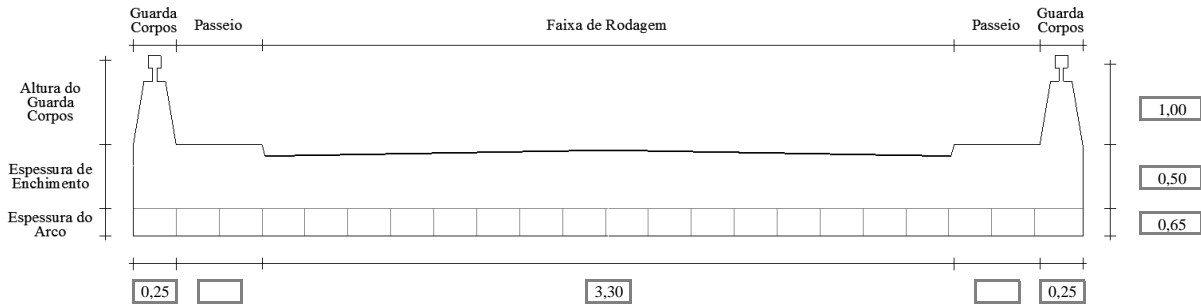
Ano Construção:

Ano Alteração:

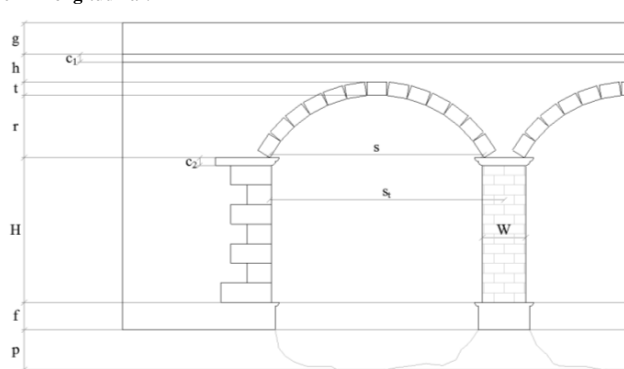
Alvenaria Alargada: Não

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	7,90	7,90	4,75	0,65	0,50

Nota: arco em pedra de xisto com espessura irregular

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	8,00	Direito	14,80
Esquer.	7,80	Esquer.	10,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
3,50	3,80	3,30

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,60	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 7,90

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	7,90 m
Área do Tabuleiro	30,02 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 7,90
Altura do arco	r = 4,75
Espessura do arco	t = 0,65
Enchimento total	h = 0,50
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,082
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,137
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica no Parâmio

Localização: EN 308, km 255+185

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,897200 ; -6,852752

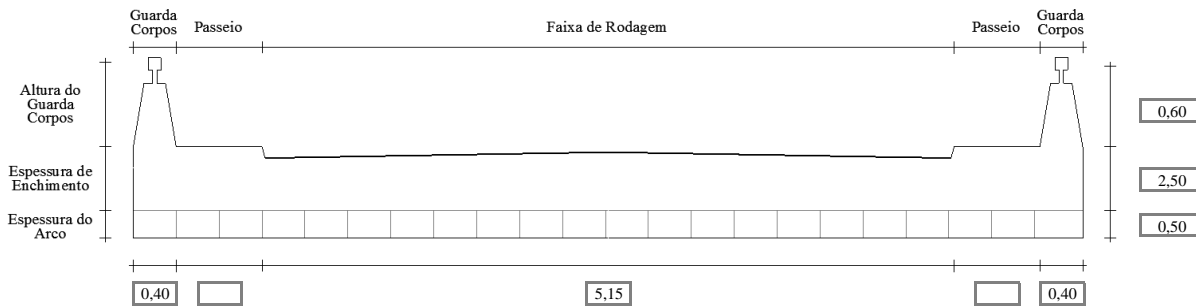
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 44

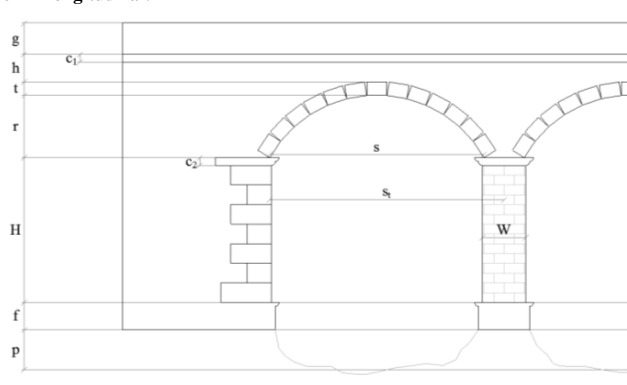
Nº EP: 4517

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	2,00	2,00	1,00	0,50	2,50

Nota: espessura do arco irregular

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	2,30	Direito	2,30
Esquer.	2,30	Esquer.	2,30

Altura dos encontros [m]

Entrada	1,80	Saída	1,80
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
5,95	5,95	5,15

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 2,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura da guarda corpos [g]	0,60 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	2,00 m
Área do Tabuleiro	11,90 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 2,00
Altura do arco	r = 1,00
Espessura do arco	t = 0,50
Enchimento total	h = 2,50
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,250
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,500
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Pontão sobre a ribeira do Ornal

Localização: EN 308, km 256+488

Ano Construção: 1888

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,892800 ; -6,839490

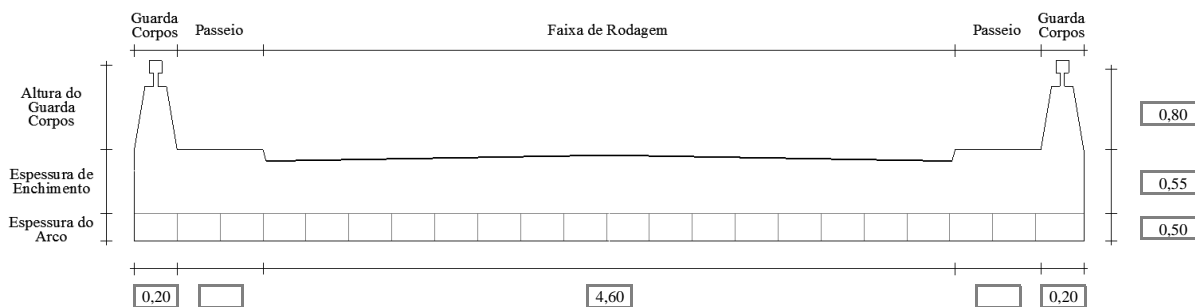
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 45

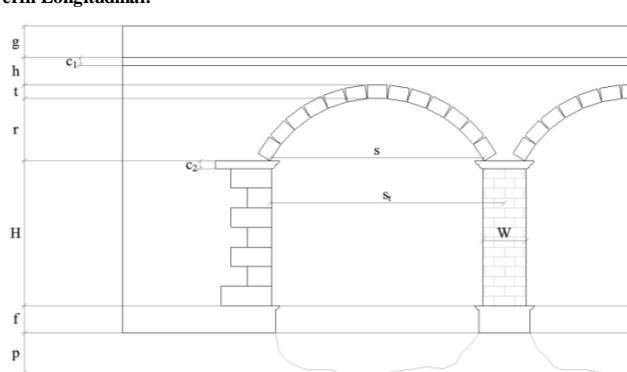
Nº EP: 4520

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	5,00	5,00	2,60	0,50	0,55

Nota: espessura do arco irregular

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	9,40	Direito	7,10
Esquer.	9,40	Esquer.	7,10

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
---------	-------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
5,00	5,00	4,60

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,52	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 5,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

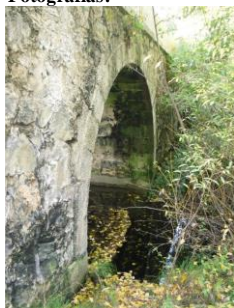
Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,80 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	5,00 m
Área do Tabuleiro	25,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 5,00
Altura do arco	r = 2,60
Espessura do arco	t = 0,50
Enchimento total	h = 0,75
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,100
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,192
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Pontão sobre a ribeira de santa Catarina

Localização: EN 308-3, km 002+851

Coordenadas: 41,853600 ; -6,788703

Ponte nº: 46

Nº EP: 4522

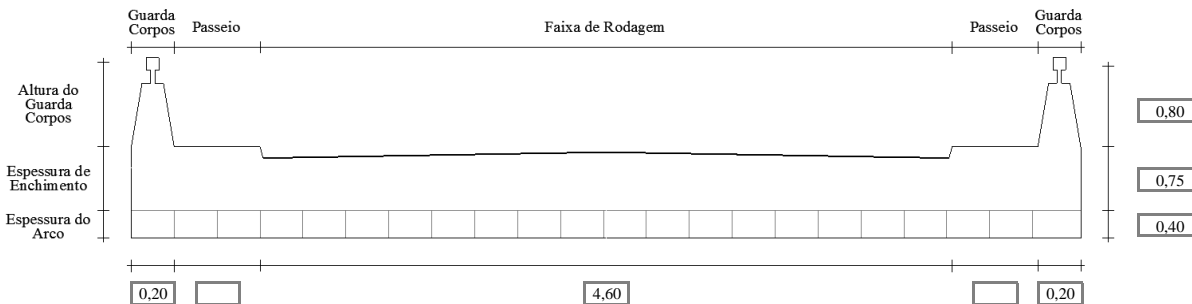
Ano Construção:

Ano Alteração:

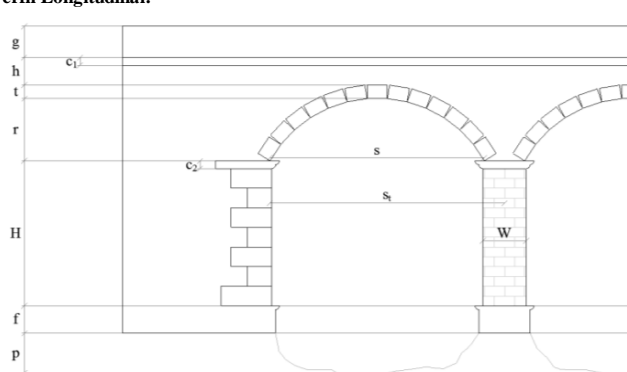
Alvenaria Alargada: Não

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	3,00	3,00	0,47	0,40	0,75

Nota: espessura do arco irregular

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
5,30	5,30	5,30	5,30

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
2,35	2,35

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
5,00	5,00	4,60

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → $r/s = 0,16$

Arco abatido	$0,00 < r/s \leq 0,25$
Arco semi-abatido	$0,25 < r/s \leq 0,40$
Arco profundo	$0,40 < r/s$

Categoria em função do vão → $s = 3,00$

Arco de pequeno vão	$0,0 < s \leq 7,5$
Arco de médio vão	$7,5 < s \leq 15,0$
Arco de grande vão	$15,0 < s$

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,80 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	3,00 m
Área do Tabuleiro	15,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	$s = 3,00$
Altura do arco	$r = 0,47$
Espessura do arco	$t = 0,40$
Enchimento total	$h = 0,95$
Largura do maior pilar	$W =$
Altura do pilar	$H =$
Razão esp. arco / vão	$t/s = 0,133$
Razão esp. arco / altura	$t/r = 0,851$
Razão larg. pilar / vão	$W/s =$
Razão larg. / altura pilar	$W/H =$

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Pontão sobre o ribeiro da Granja

Localização: EN 308-3, km 008+519

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,825000 ; -6,770826

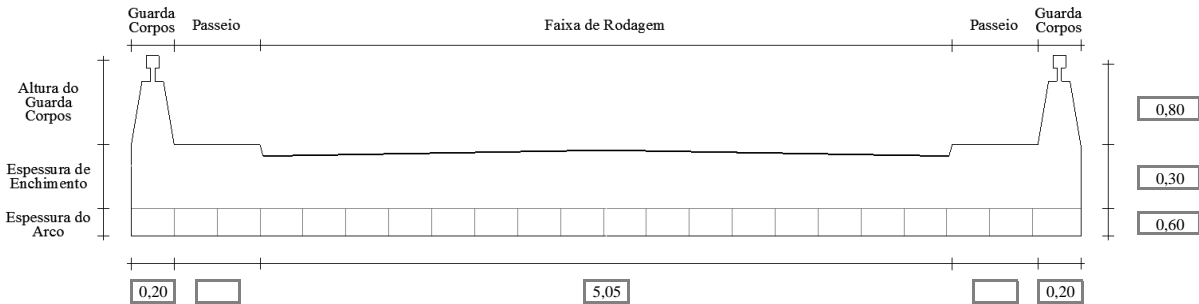
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 47

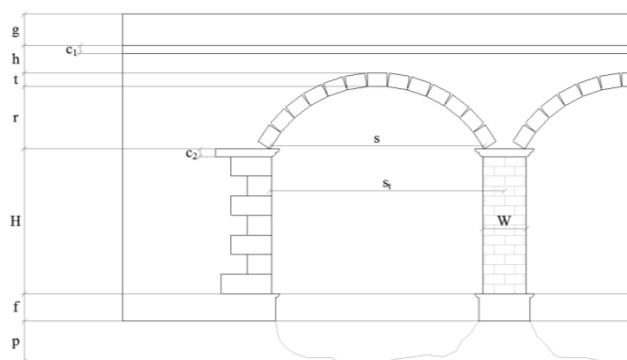
Nº EP: 4523

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	5,00	5,00	0,65	0,60	0,30

Nota: espessura do arco irregular e tem descarregador de cheia tapado ao lado

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

	Entrada		Saída	
	Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
	5,10	5,10	4,60	5,70

Altura dos encontros [m]

	Entrada	Saída
	1,40	1,40

Largura do tabuleiro [m]

	Original	Atual	Gabarit hor.
	5,45	5,45	5,00

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,80 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,20 m
Altura fundação visível [f]	0,50 m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	5,00 m
Área do Tabuleiro	27,25 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,13	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 5,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 5,00
Altura do arco	r = 0,65
Espessura do arco	t = 0,60
Enchimento total	h = 0,50
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,120
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,923
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte sobre o rio Penacal

Localização: EN 217, km 010+405

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,742285 ; -6,749498

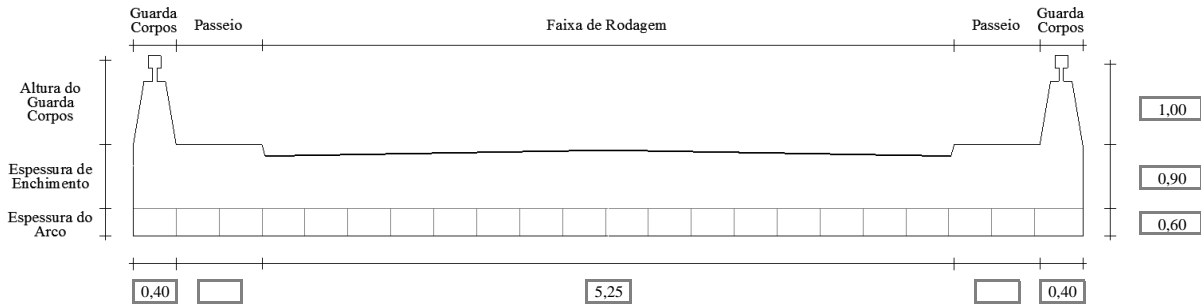
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 48

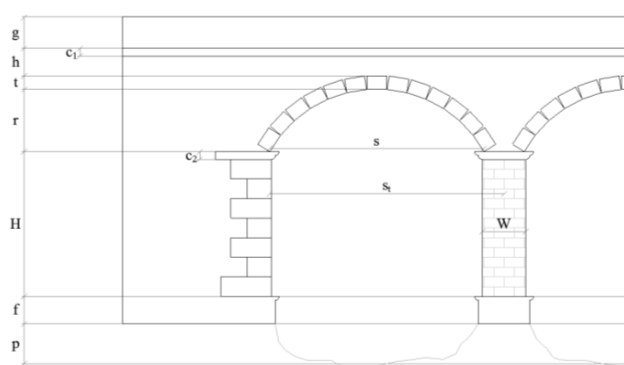
Nº EP: 4544

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Vãos = 1					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	10,00	10,00	2,00	0,60	0,90

Nota: espessura do arco irregular de 0,60 a 0,70m

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Pilares =			
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	18,00	Direito	18,00
Esquer.	17,00	Esquer.	17,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	8,00	Saída	8,00
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,05	6,05	5,25

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,20	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 10,00

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	10,00 m
Área do Tabuleiro	60,50 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 10,00
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,60
Enchimento total	h = 1,10
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,060
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,300
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte de Gralhós

Localização: EN 217, km 043+420

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,530101 ; -6,742391

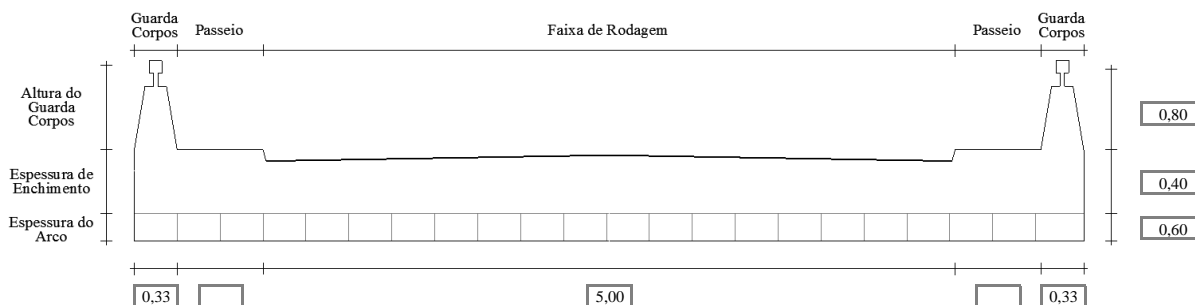
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 49

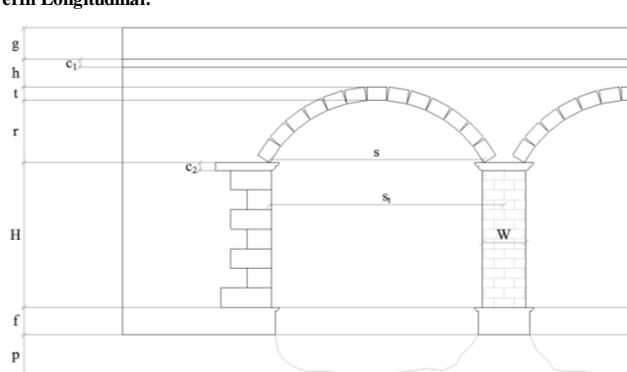
Nº EP: 4545

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	8,15	8,15	4,00	0,60	0,40

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
29,10	29,10	19,10	19,10

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
3,50	1,50

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
5,65	5,66	5,00

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,80 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	0,20 m
Altura visível ao leito [p]	0,80 m
Comprimento Total	8,15 m
Área do Tabuleiro	46,13 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,49	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s
Categoria em função do vão → s = 8,15	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 8,15
Altura do arco	r = 4,00
Espessura do arco	t = 0,60
Enchimento total	h = 0,65
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,074
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,150
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte do Azibo

Localização: EN 217, km 064+388

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,406674 ; -6,803563

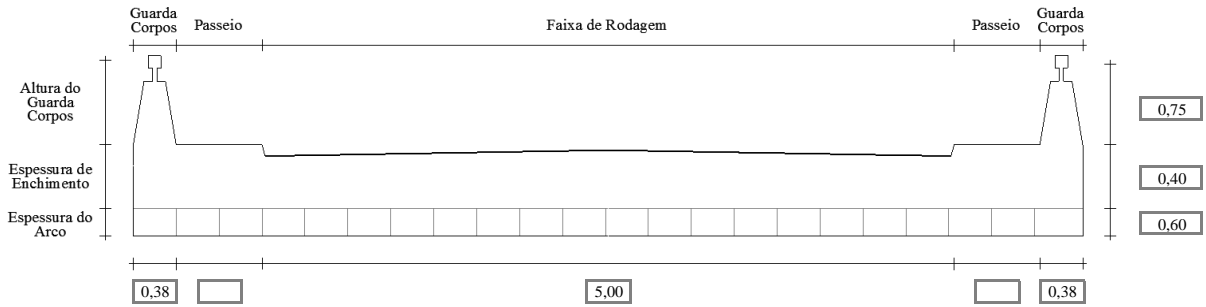
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 50

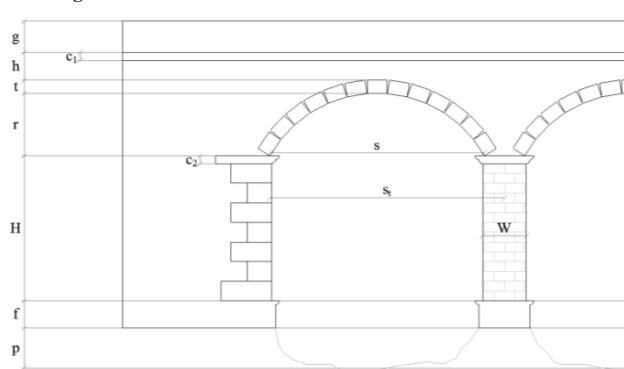
Nº EP: 4546

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	10,30	10,30	5,15	0,60	0,40

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
14,30	21,10	7,80	10,70

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
1,35	1,35

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
5,75	5,75	5,00

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,75 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	1,15 m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	10,30 m
Área do Tabuleiro	59,23 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 10,30

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 10,30
Altura do arco	r = 5,15
Espessura do arco	t = 0,60
Enchimento total	h = 0,65
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,058
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,117
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte de Remondes

Localização: EN 216, km 038+249

Ano Construção: 1796

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,397918 ; -6,805487

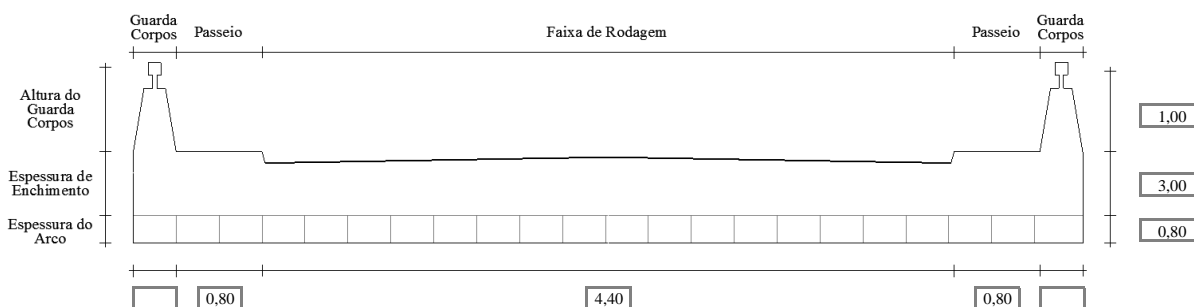
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 51

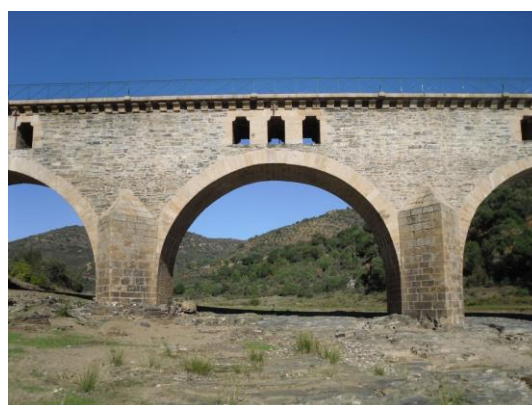
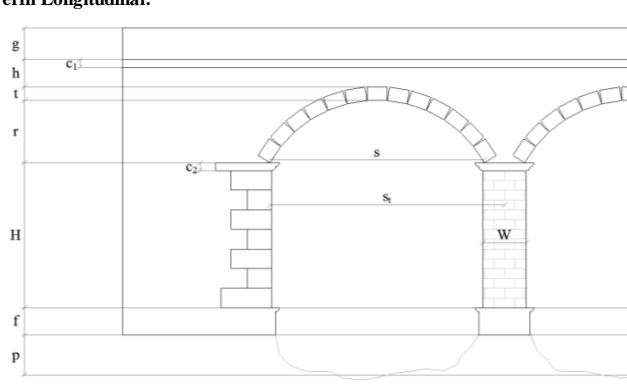
Nº EP: 4547

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 5

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	13,30	14,98	6,50	0,80	3,00
2	13,30	16,65	6,50	0,80	3,00
3	13,30	16,65	6,50	0,80	3,00
4	13,30	16,65	6,50	0,80	3,00
5	13,30	14,98	6,50	0,80	3,00

Caraterísticas do Vão do Arco [m]

Nota :

Pilares = 4

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível
1	3,35	2,15	2,15
2	3,35	2,15	2,15
3	3,35	2,15	
4	3,35	2,15	

Caraterísticas do Pilar [m]

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	33,00	Direito	14,60
Esquer.	38,00	Esquer.	50,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
	0,00

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,00	6,00	4,40

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,49	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 13,30	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	79,91 m
Área do Tabuleiro	479,43 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 13,30
Altura do arco	r = 6,50
Espessura do arco	t = 0,80
Enchimento total	h = 3,25
Largura do maior pilar	W = 3,35
Altura do pilar	H = 2,15
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,060
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,123
Razão larg. pilar / vão	W/s = 0,252
Razão larg. / altura pilar	W/H = 1,558

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 216, km 031+203

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,411611 ; -6,838553

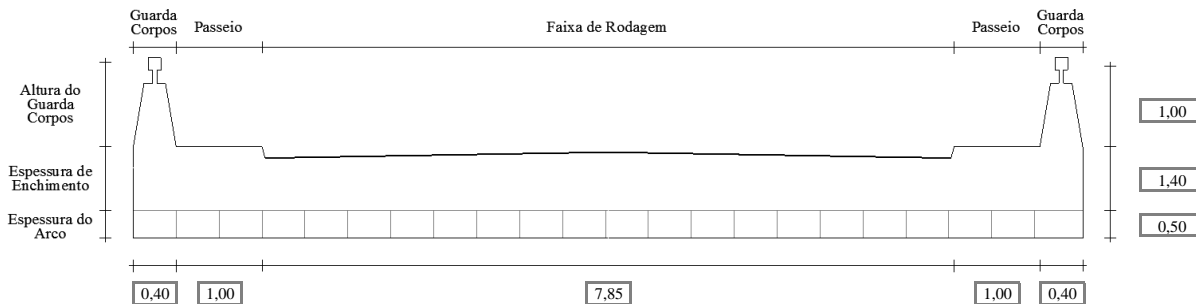
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 52

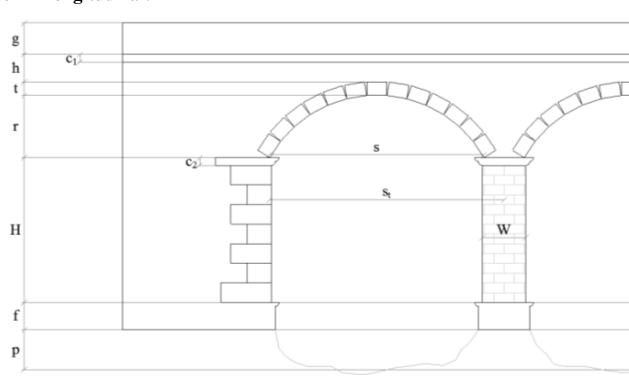
Nº EP: 4552

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	4,00	4,00	2,00	0,50	1,40

Nota : a chave do arco é mais alta com 0,55m

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	13,40	Direito	13,40
Esquer.	13,40	Esquer.	13,40

Altura dos encontros [m]

Entrada	9,75	Saída	9,75
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,00	10,65	7,85

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r / s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão → s = 4,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	4,00 m
Área do Tabuleiro	42,60 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 4,00
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,50
Enchimento total	h = 1,65
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,125
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,250
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 102-1, km 000+442

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,513300 ; -6,979135

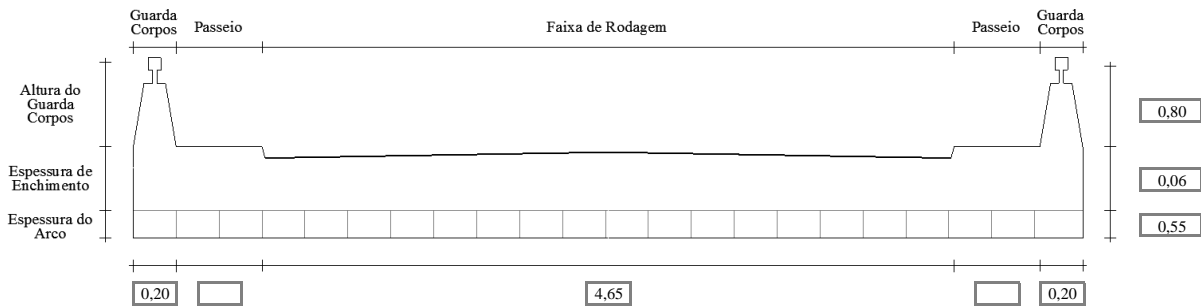
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 53

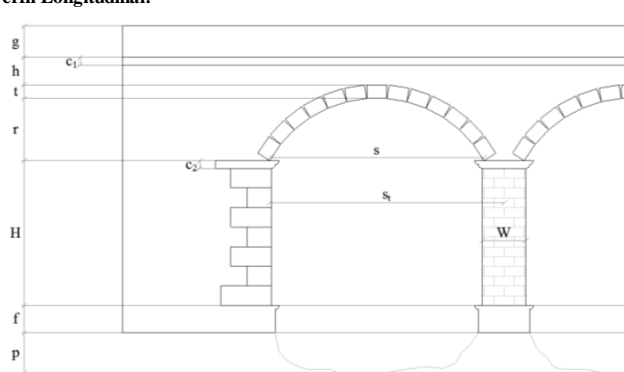
Nº EP: 4564

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	4,10	4,10	0,45	0,55	0,06

Nota :

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	2,35	Direito	2,35
Esquer.	2,35	Esquer.	2,35

Altura dos encontros [m]

Entrada	0,85	Saída	0,85
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
5,05	5,05	4,70

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,11	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 4,10

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,80 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	4,10 m
Área do Tabuleiro	20,71 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 4,10
Altura do arco	r = 0,45
Espessura do arco	t = 0,55
Enchimento total	h = 0,26
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,134
Razão esp. arco / altura	t/r = 1,222
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem inferior ferroviária em Frechas

Localização: EN 213, km 060+400

Coordenadas: 41,422191 ; -7,162785

Ponte nº: 54

Nº EP: 4570

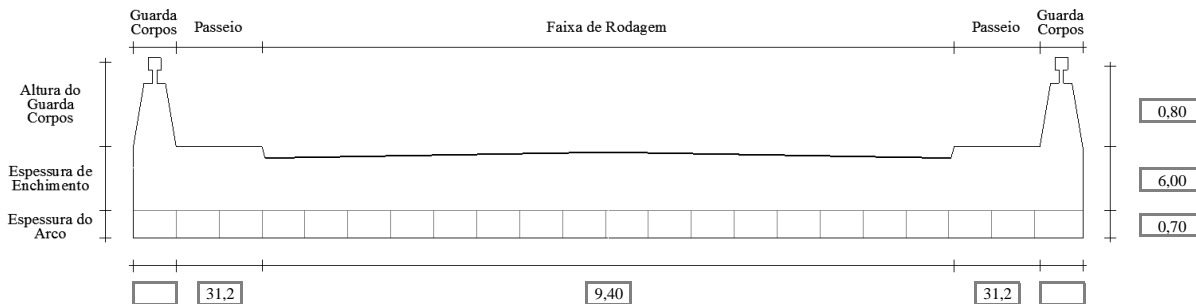
Ano Construção:

Ano Alteração:

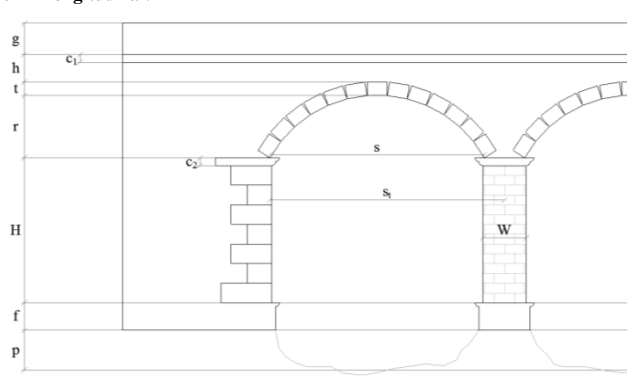
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	4,00	4,00	2,00	0,70	6,00

Nota : espessura do arco irregular de 0,55 a 0,70m

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	0,70	Direito	1,00
Esquer.	0,70	Esquer.	1,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	3,35	Saída	3,35
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
71,75	71,75	9,40

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 4,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,80 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,25 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	4,00 m
Área do Tabuleiro	287,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 4,00
Altura do arco	r = 2,00
Espessura do arco	t = 0,70
Enchimento total	h = 6,25
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,175
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,350
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte em Frechas

Localização: EN 213, km 061+380

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,414000 ; -7,159905

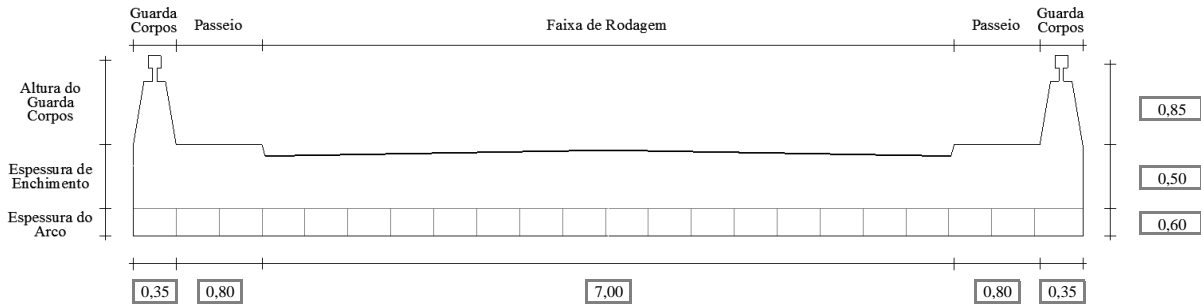
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 55

Nº EP: 4572

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	10,45	10,45	5,00	0,60	0,50

Nota : espessura do arco irregular entre os 0,40 e 0,60 m

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
3,50	3,50	3,50	3,50

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
0,00	0,00

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
3,50	9,30	7,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,48	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 10,45

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,85 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,35 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	0,00 m
Comprimento Total	10,45 m
Área do Tabuleiro	97,19 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 10,45
Altura do arco	r = 5,00
Espessura do arco	t = 0,60
Enchimento total	h = 0,85
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,057
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,120
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



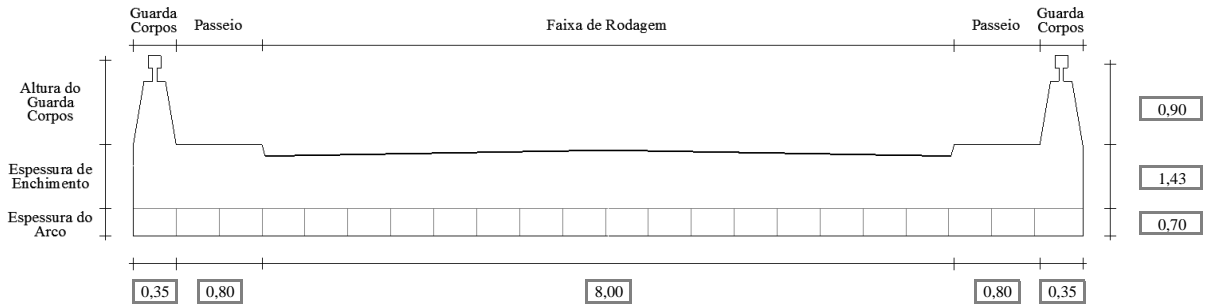
CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica no Cachão
 Localização: EN 213, km 065+120
 Ano Construção: Ano Alteração:

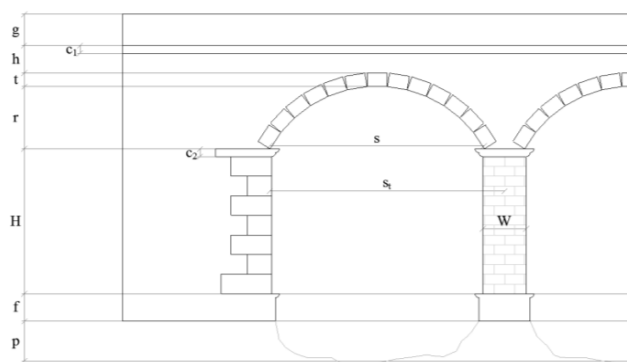
Coordenadas: 41,385256 ; -7,164696
 Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 56
 Nº EP: 4580
 Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	7,00	7,00	1,00	0,70	1,43

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

	Entrada	Saída
Direito	6,00	5,00
Esquer.	6,00	5,00

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,90 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	0,40 m
Altura visível ao leito [p]	0,00 m
Comprimento Total	7,00 m
Área do Tabuleiro	72,10 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Altura dos encontros [m]

Entrada	2,30	Saída	2,30
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
3,50	10,30	8,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa →	r / s = 0,14
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 7,00
Altura do arco	r = 1,00
Espessura do arco	t = 0,70
Enchimento total	h = 1,63
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,100
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,700
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Categoria em função do vão → s = 7,00

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte em Vieiro, concelho de Vila Flor

Localização: EN 314, km 070+000

Ano Construção: 1952

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,339519 ; -7,258153

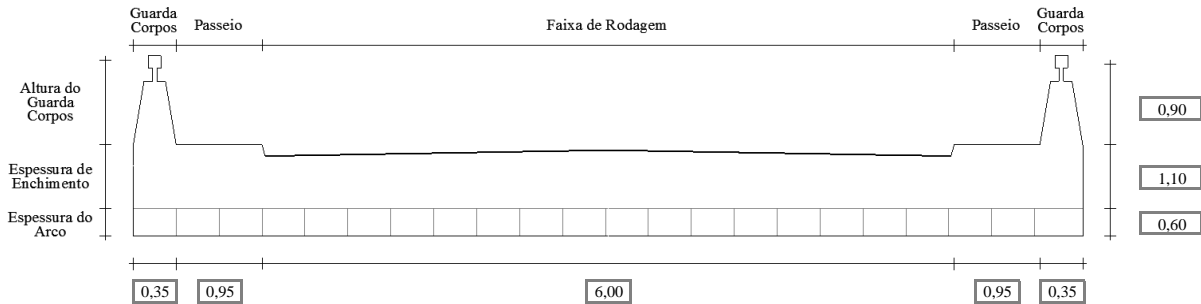
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 57

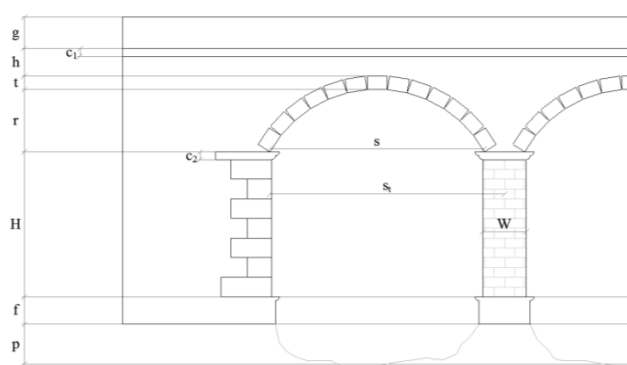
Nº EP: Vieiro

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	6,00	6,00	3,00	0,60	1,10

Nota: espessura do arco variável de 2,0 a 0,6 m, a cunha no coroamento tem 0,85m

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito		Direito	
Esquer.		Esquer.	

Altura dos encontros [m]

Entrada	3,00	Saída	3,00
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,00	8,60	8,60

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa →	r / s = 0,50
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão → s = 6,00

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,90 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,16 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	0,00 m
Comprimento Total	6,00 m
Área do Tabuleiro	51,60 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 6,00
Altura do arco	r = 3,00
Espessura do arco	t = 0,60
Enchimento total	h = 1,26
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,100
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,200
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica em Abreiro

Localização: EN 314, km 068+600

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,348934 ; -7,285879

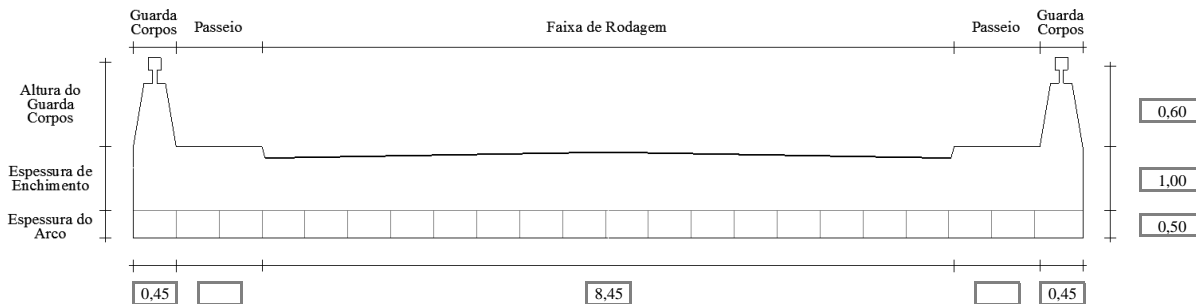
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 58

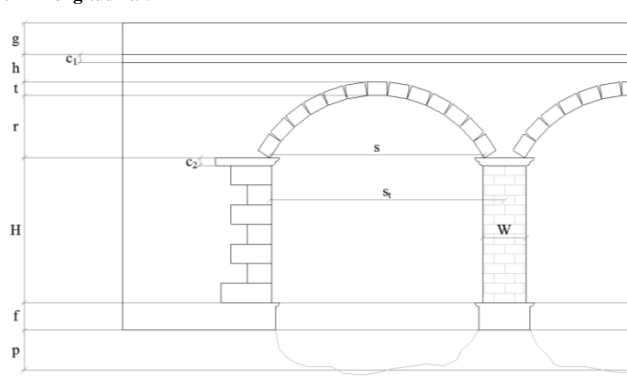
Nº EP: 4585

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	2,60	2,60	1,10	0,50	1,00

Nota : a chave na coroa do arco tem 0,60 m

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	8,50	Direito	9,20
Esquer.	7,80	Esquer.	9,20

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
2,30	2,30

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
10,00	9,35	8,45

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,42	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 2,60	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,60 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	2,60 m
Área do Tabuleiro	24,31 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 2,60
Altura do arco	r = 1,10
Espessura do arco	t = 0,50
Enchimento total	h = 1,00
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,192
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,455
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte de Pedra sobre o rio Tuela

Localização: EN 206, km 190+000

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,665573 ; -7,146705

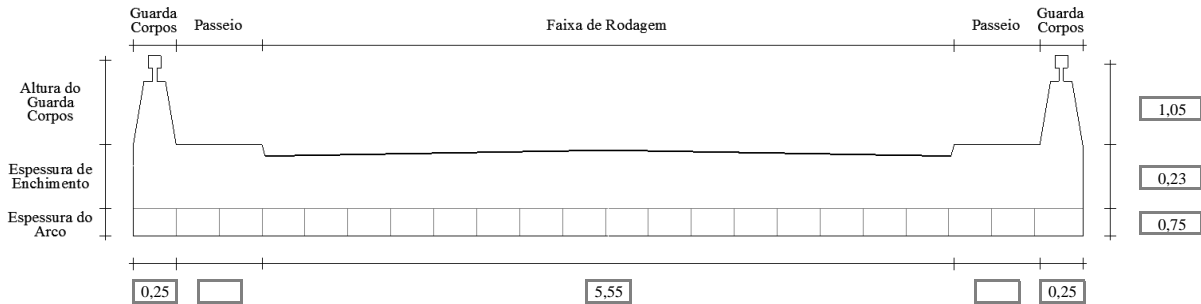
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 59

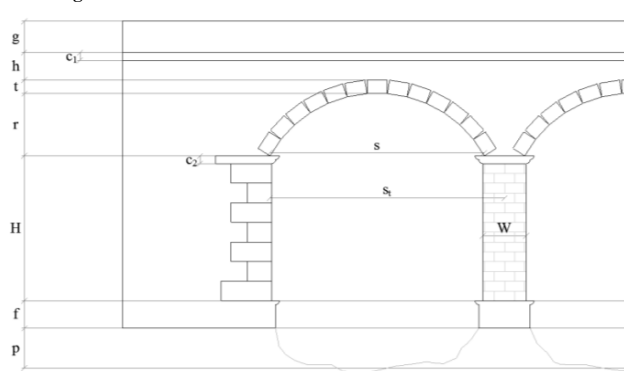
Nº EP: 4652

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 6

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Vãos = 6					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	8,95	11,45	4,00	0,75	0,25
	2	8,95	11,45	4,00	0,75	0,10
	3	8,95	11,45	4,00	0,75	0,00
	4	8,95	11,45	4,00	0,75	0,20
	5	8,95	11,45	4,00	0,75	0,30
	6	8,95	11,45	4,00	0,75	0,55

Nota : a espessura do arco irregular varia entre 0,75 e 0,80 m

Pilares = 5

Caraterísticas do Pilar [m]	Pilares = 5			
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível
	1	2,50	1,8	1,8
	2	2,50	1,8	1,8
	3	2,50	1,8	1,8
	4	2,50	1,8	1,8
	5	2,50	1,8	1,8

Nota: os pilares têm talhantes

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
8,00	8,00	16,20	16,20

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
0,00	0,00

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,05	6,05	5,55

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,45	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 8,95	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,05	m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20	m
Altura cornija no arco [c ₂]		m
Altura fundação visível [f]		m
Altura visível ao leito [p]		m
Comprimento Total	68,70	m
Área do Tabuleiro	415,64	m ²
Velocidade		Km/h
Zona Sísmica	D	
Material de construção	Granito	

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 8,95
Altura do arco	r = 4,00
Espessura do arco	t = 0,75
Enchimento total	h = 0,45
Largura do maior pilar	W = 2,50
Altura do pilar	H = 1,80
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,084
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,188
Razão larg. pilar / vão	W/s = 0,279
Razão larg. / altura pilar	W/H = 1,389

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte

Localização: EN 206, km 188+550

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,661678 ; -7,160847

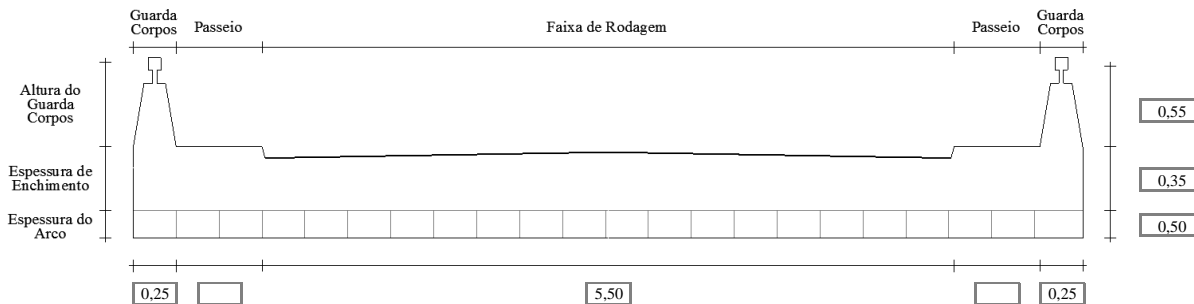
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 60

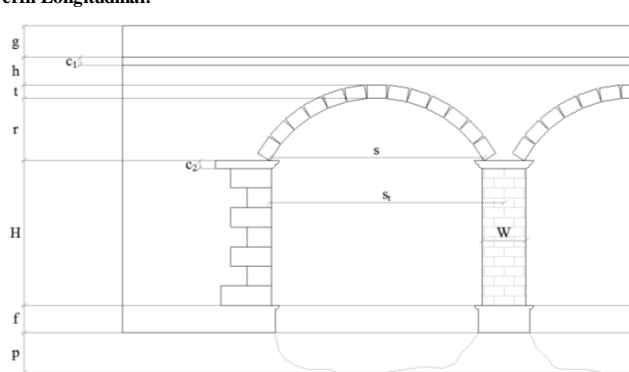
Nº EP: 4654

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	5,00	5,00	2,50	0,50	0,35

Nota: cornija c1 assenta no arco

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	8,00	Direito	24,00
Esquer.	8,00	Esquer.	12,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	3,50	Saída	3,50
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,00	6,00	5,50

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 5,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,55 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,30 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,20 m
Altura fundação visível [f]	0,75 m
Altura visível ao leito [p]	0,00 m
Comprimento Total	5,00 m
Área do Tabuleiro	30,00 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 5,00
Altura do arco	r = 2,50
Espessura do arco	t = 0,50
Enchimento total	h = 0,65
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,100
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,200
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte da Formigosa sobre o rio Tuela

Localização: EN 315, km 028+450

Coordenadas: 41,525067 ; -7,191024

Ponte nº: 61

Nº EP: 4656

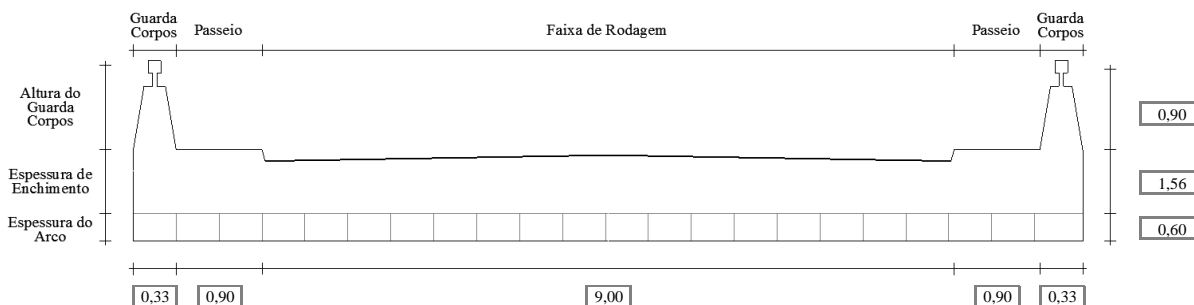
Ano Construção: Medieval

Ano Alteração: 2010

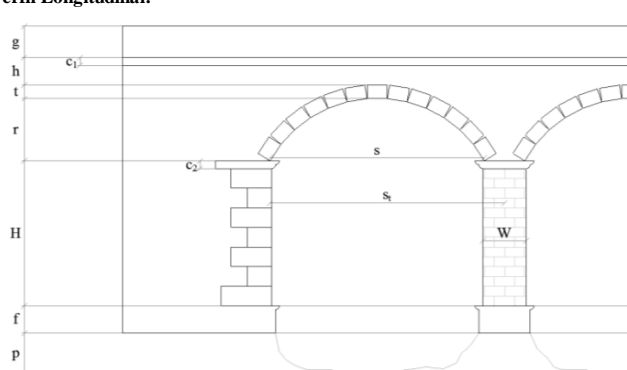
Alvenaria Alargada: Sim

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 5

Características do Vão do Arco [m]	Vãos = 5					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	5,00	6,60	2,40	0,60	3,15
	2	10,00	13,20	4,85	0,60	0,50
	3	10,00	13,20	4,85	0,60	0,50
	4	10,00	13,20	4,85	0,60	0,50
	5	5,00	6,60	2,40	0,60	3,15

Nota: espessura do arco irregular varia entre 0,55 a 0,65m

Pilares = 4

Características do Pilar [m]	Pilares = 4			
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível
	1	3,2	2	2
	2	3,2	2	2
	3	3,2	2	2
	4	3,2	2	2

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	13,00	Direito	8,20
Esquer.	13,00	Esquer.	8,20

Altura dos encontros [m]

Entrada	2,00	Saída	2,00
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
5,00	11,46	9,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,49	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 10,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,90 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	0,50 m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	52,80 m
Área do Tabuleiro	605,09 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 10,00
Altura do arco	r = 4,85
Espessura do arco	t = 0,60
Enchimento total	h = 0,70
Largura do maior pilar	W = 3,20
Altura do pilar	H = 2,00
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,060
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,124
Razão larg. pilar / vão	W/s = 0,320
Razão larg. / altura pilar	W/H = 1,600

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 215, km 013+018

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,266973 ; -7,092563

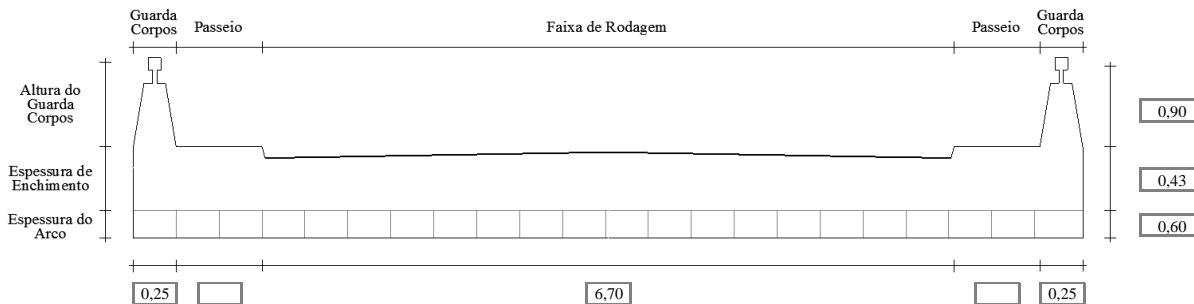
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 62

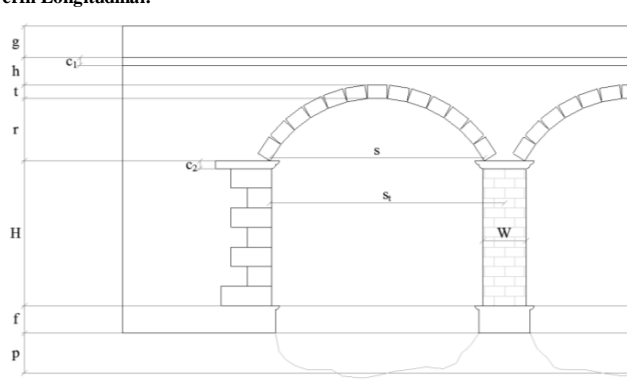
Nº EP: 4671

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	6,00	5,80	3,00	0,60	0,43

Nota: espessura do arco variável e irregular

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
9,00	9,00	9,00	9,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
1,00	1,00

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
7,20	7,20	6,70

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → $r/s = 0,50$

Arco abatido	$0,00 < r/s \leq 0,25$
Arco semi-abatido	$0,25 < r/s \leq 0,40$
Arco profundo	$0,40 < r/s$

Categoria em função do vão → $s = 6,00$

Arco de pequeno vão	$0,0 < s \leq 7,5$
Arco de médio vão	$7,5 < s \leq 15,0$
Arco de grande vão	$15,0 < s$

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,90 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	0,30 m
Altura visível ao leito [p]	0,05 m
Comprimento Total	5,80 m
Área do Tabuleiro	41,76 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	$s = 6,00$
Altura do arco	$r = 3,00$
Espessura do arco	$t = 0,60$
Enchimento total	$h = 0,63$
Largura do maior pilar	$W =$
Altura do pilar	$H =$
Razão esp. arco / vão	$t/s = 0,100$
Razão esp. arco / altura	$t/r = 0,200$
Razão larg. pilar / vão	$W/s =$
Razão larg. / altura pilar	$W/H =$

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 215, km 014+840

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,277631 ; -7,081330

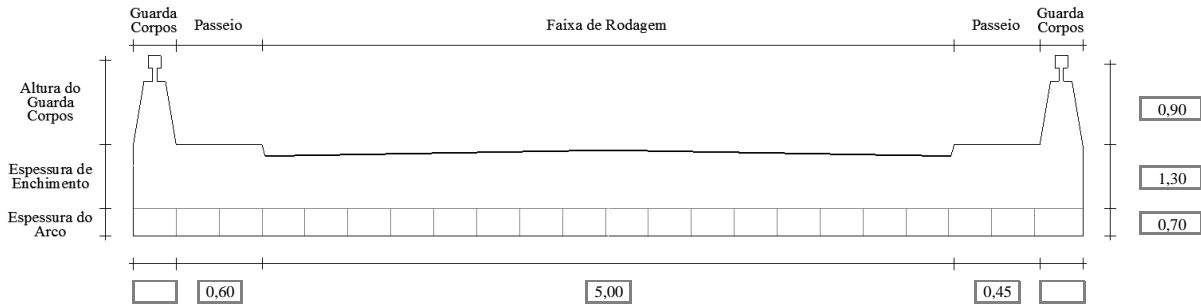
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 63

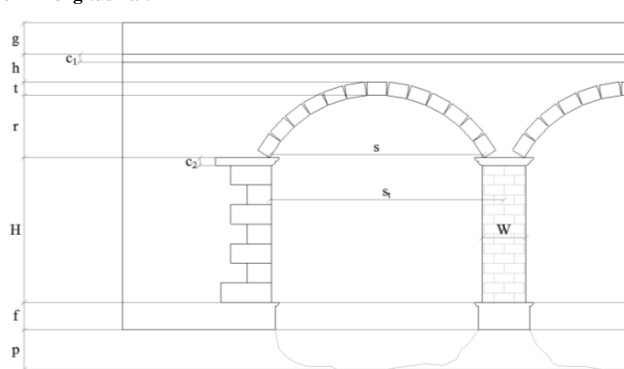
Nº EP: 4673

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	7,00	7,00	0,80	0,70	1,30

Nota: espessura do arco irregular

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

	Entrada	Saída
Direito	9,00	10,00
Esquer.	9,00	10,00

Altura dos encontros [m]

Entrada	2,65	Saída	2,65
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,05	6,05	6,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa →	r / s = 0,11
Arco abatido	0,00 < r / s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r / s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r / s

Categoria em função do vão → s = 7,00

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,90 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	0,30 m
Altura visível ao leito [p]	0,50 m
Comprimento Total	7,00 m
Área do Tabuleiro	42,35 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 7,00
Altura do arco	r = 0,80
Espessura do arco	t = 0,70
Enchimento total	h = 1,50
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t / s = 0,100
Razão esp. arco / altura	t / r = 0,875
Razão larg. pilar / vão	W / s =
Razão larg. / altura pilar	W / H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 215, km 033+400

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,339129 ; -6,948845

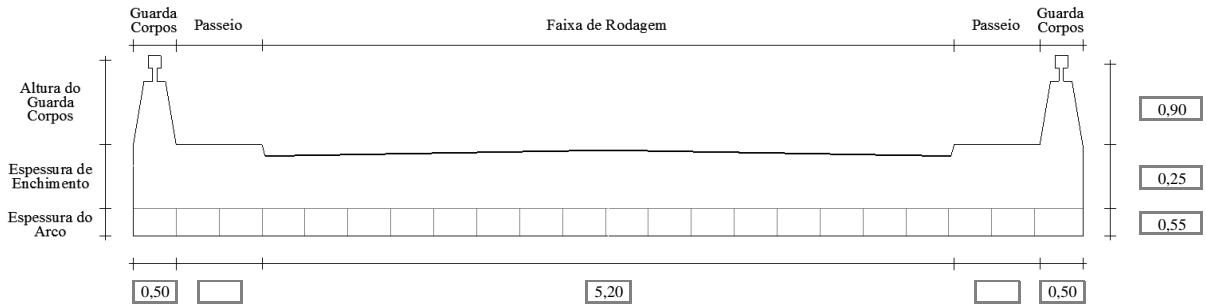
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 64

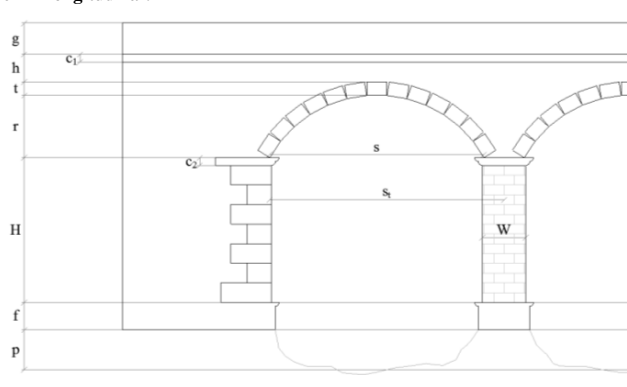
Nº EP: 4675

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
1	2,90	2,90	1,45	0,55	0,25

Nota: espessura do arco irregular

Pilares =

Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	7,30	Direito	7,30
Esquer.	7,30	Esquer.	7,30

Altura dos encontros [m]

Entrada	2,90	Saída	2,90
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,20	6,20	5,20

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → $r/s = 0,50$

Arco abatido	$0,00 < r/s \leq 0,25$
Arco semi-abatido	$0,25 < r/s \leq 0,40$
Arco profundo	$0,40 < r/s$

Categoria em função do vão → $s = 2,90$

Arco de pequeno vão	$0,0 < s \leq 7,5$
Arco de médio vão	$7,5 < s \leq 15,0$
Arco de grande vão	$15,0 < s$

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,90 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	0,30 m
Altura visível ao leito [p]	0,50 m
Comprimento Total	2,90 m
Área do Tabuleiro	17,98 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	$s = 2,90$
Altura do arco	$r = 1,45$
Espessura do arco	$t = 0,55$
Enchimento total	$h = 0,45$
Largura do maior pilar	$W =$
Altura do pilar	$H =$
Razão esp. arco / vão	$t/s = 0,190$
Razão esp. arco / altura	$t/r = 0,379$
Razão larg. pilar / vão	$W/s =$
Razão larg. / altura pilar	$W/H =$

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 215, km 038+978

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,354258 ; -6,933348

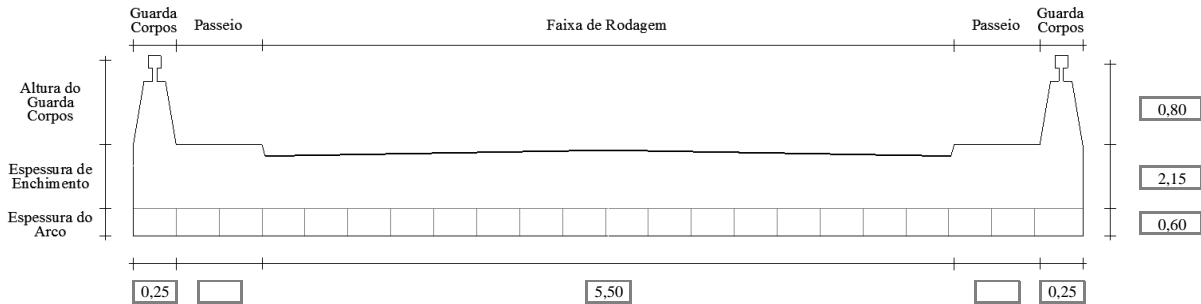
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 65

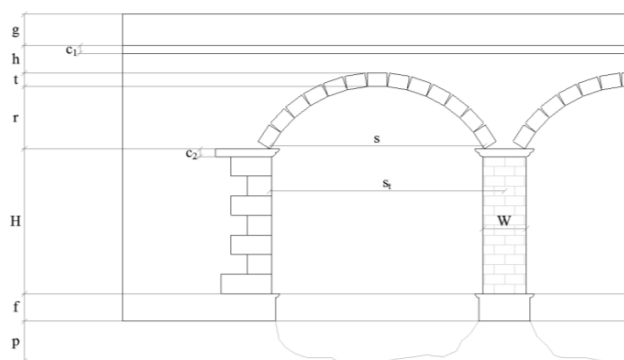
Nº EP: 4679

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	6,55	6,55	3,50	0,60	2,15

Nota: espessura do arco irregular

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

	Entrada		Saída	
	Direito	20,00	Direito	17,80
	Esquer.	11,00	Esquer.	9,70

Altura dos encontros [m]

	Entrada	7,50	Saída	7,50
--	---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

	Original	Atual	Gabarit hor.
	6,00	6,00	5,50

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,53	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 6,55

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,80 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	6,55 m
Área do Tabuleiro	39,30 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 6,55
Altura do arco	r = 3,50
Espessura do arco	t = 0,60
Enchimento total	h = 2,35
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,092
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,171
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 215, km 046+700

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,368675 ; -6,920701

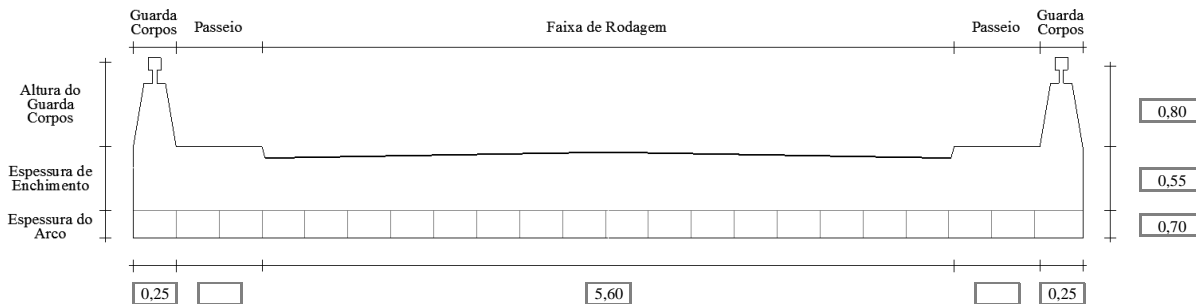
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 66

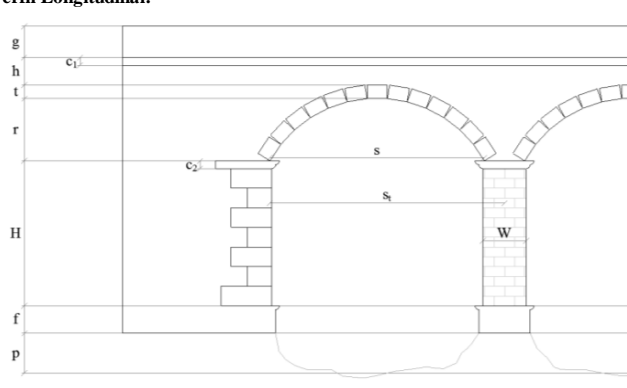
Nº EP: 4681

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	7,00	7,00	3,35	0,70	0,55

Nota: espessura do arco irregular

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	12,00	Direito	12,00
Esquer.	12,00	Esquer.	11,40

Altura dos encontros [m]

Entrada	5,65	Saída	5,65
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,10	6,10	5,60

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,48	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 7,00	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,80 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	7,00 m
Área do Tabuleiro	42,70 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 7,00
Altura do arco	r = 3,35
Espessura do arco	t = 0,70
Enchimento total	h = 0,75
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,100
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,209
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 215, km 045+084

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,367206 ; -6,904402

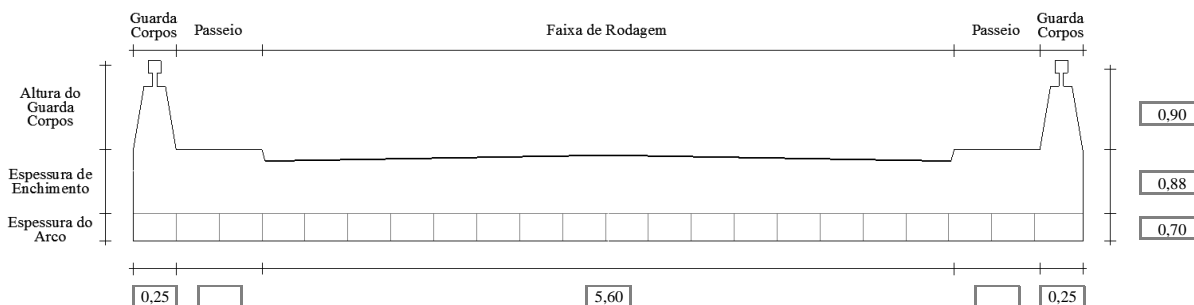
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 67

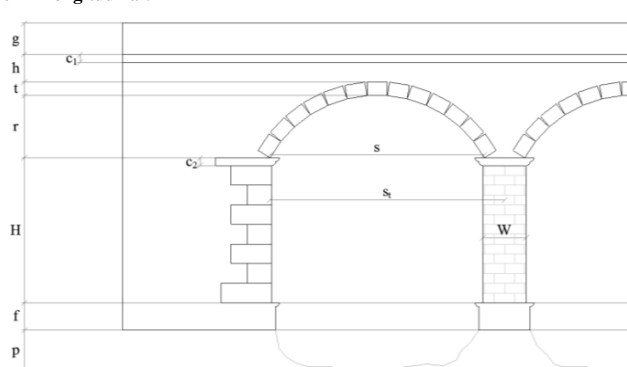
Nº EP: 4683

Data:

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	6,55	6,55	3,30	0,70	0,88

Nota: espessura do arco irregular

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

	Entrada		Saída	
	Direito	Esquer.	Direito	Esquer.
	18,50	20,00	15,30	50,00

Altura dos encontros [m]

	Entrada	Saída
	6,75	6,75

Largura do tabuleiro [m]

	Original	Atual	Gabarit hor.
	6,10	6,10	5,60

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,50	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 6,55	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	0,90 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,22 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	6,55 m
Área do Tabuleiro	39,96 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 6,55
Altura do arco	r = 3,30
Espessura do arco	t = 0,70
Enchimento total	h = 1,10
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,107
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,212
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Passagem hidráulica

Localização: EN 218-2, km 004+670

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,677400 ; -6,575878

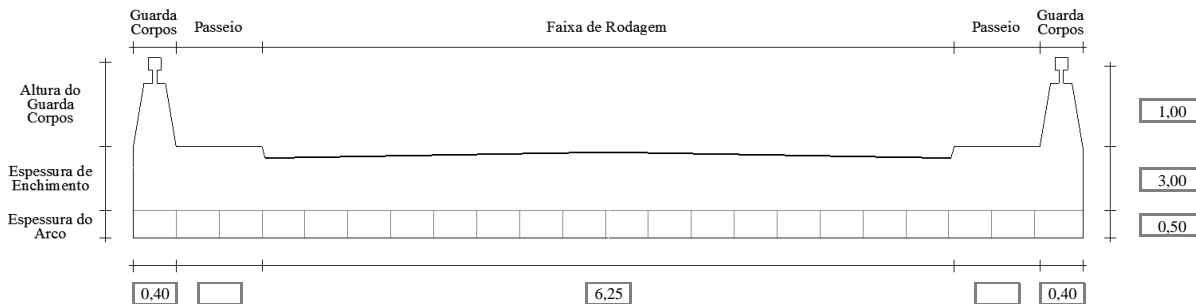
Alvenaria Alargada: Sim

Ponte nº: 68

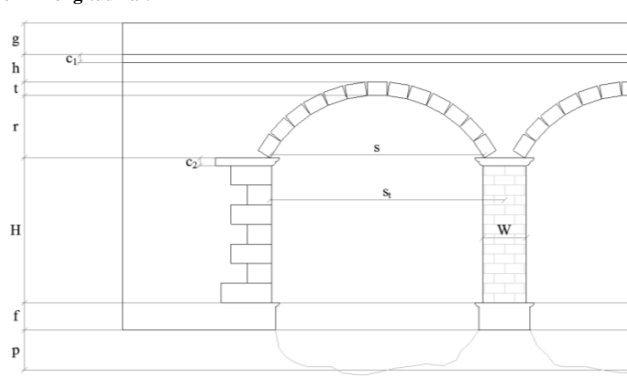
Nº EP: 4808

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 1

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	1,95	1,95	0,80	0,50	3,00

Nota: espessura do arco irregular

Pilares =

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	15,60	Direito	4,50
Esquer.	15,60	Esquer.	4,50

Altura dos encontros [m]

Entrada	2,20	Saída	2,20
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
6,90	7,05	6,25

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,41	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 1,95	
Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	1,95 m
Área do Tabuleiro	13,75 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 1,95
Altura do arco	r = 0,80
Espessura do arco	t = 0,50
Enchimento total	h = 3,00
Largura do maior pilar	W =
Altura do pilar	H =
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,256
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,625
Razão larg. pilar / vão	W/s =
Razão larg. / altura pilar	W/H =

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte sobre o rio Maçãs

Localização: EN 218-2, km 005+830

Ano Construção:

Ano Alteração:

Coordenadas: 41,672400 ; -6,569884

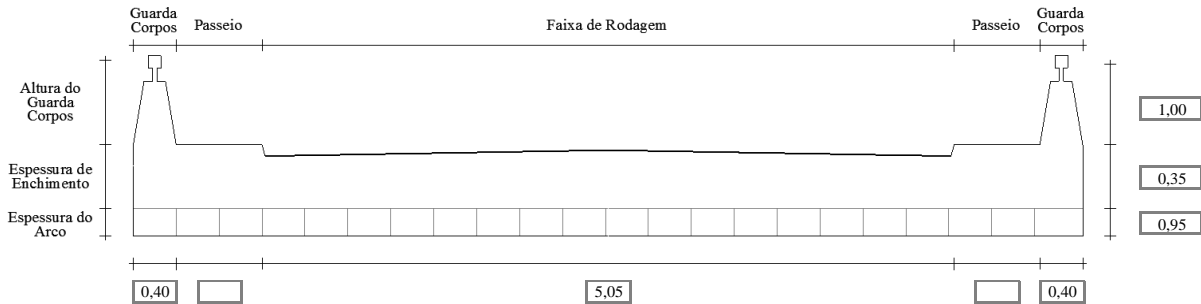
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 69

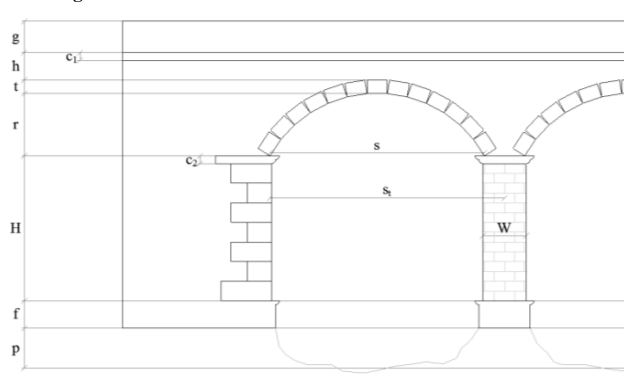
Nº EP: 4813

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 2

Caraterísticas do Vão do Arco [m]	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	12,00	13,63	4,00	0,95	0,35
2	12,00	13,63	4,00	0,95	0,35	

Nota:

Pilares = 1

Caraterísticas do Pilar [m]	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível
	1	3,25	1,65	1,65

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	13,30	Direito	31,40
Esquer.	13,30	Esquer.	31,40

Altura dos encontros [m]

Entrada	1,65	Saída	1,65
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
5,85	5,85	5,05

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,33	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 12,00

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura do guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,20 m
Altura cornija no arco [c ₂]	0,25 m
Altura fundação visível [f]	0,75 m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	27,25 m
Área do Tabuleiro	159,41 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Granito e xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 12,00
Altura do arco	r = 4,00
Espessura do arco	t = 0,95
Enchimento total	h = 0,55
Largura do maior pilar	W = 3,25
Altura do pilar	H = 1,65
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,079
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,238
Razão larg. pilar / vão	W/s = 0,271
Razão larg. / altura pilar	W/H = 1,970

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte velha de Gimonde

Localização: Gimonde

Coordenadas: 41,803344 ; -6,697467

Ano Construção: Romana

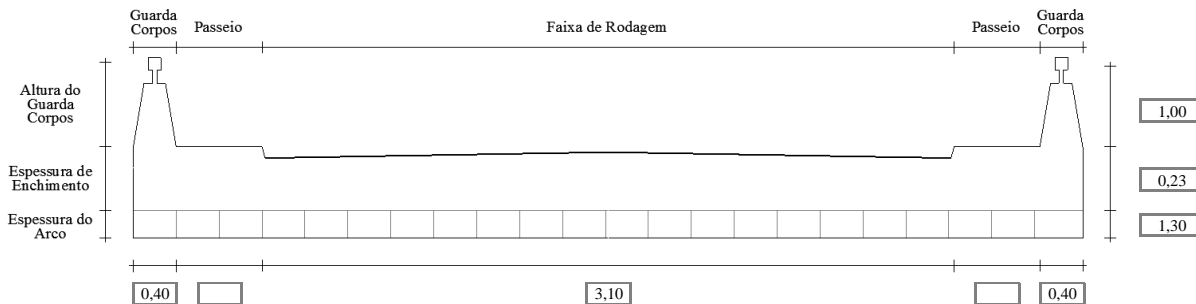
Ano Alteração: Medieval Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 70

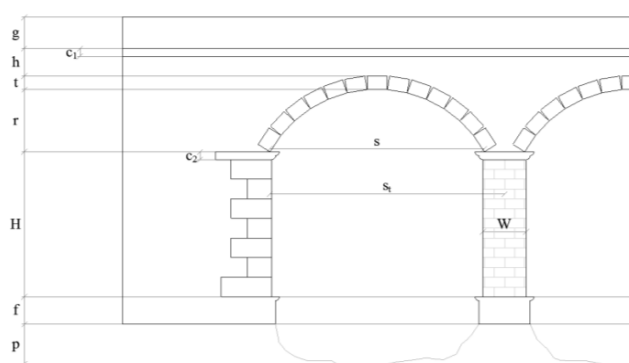
Nº EP:

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 6

Características do Vão do Arco [m]	Vãos = 6					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	5,00	6,90	2,00	0,65	0,30
	2	5,75	9,40	2,45	0,87	0,10
	3	6,00	9,33	2,00	0,95	0,25
	4	7,50	10,65	3,50	1,30	0,05
	5	5,30	8,08	1,95	0,85	0,30
	6	4,00	5,20	1,50	0,89	0,35

Nota: espessura do arco irregular

Pilares = 5

Características do Pilar [m]	Pilares = 5				
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível	
	1	3,8	1,5	1,5	
	2	3,5	1,76	1,76	
	3	3,15	2,5	2,5	
	4	3,15	1,75	1,75	
	5	2,4	1,5	1,5	

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito		Direito	
Esquer.		Esquer.	

Altura dos encontros [m]

Entrada	Saída
1,25	0,00

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
3,90	3,90	3,10

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → $r/s = 0,47$

Arco abatido	$0,00 < r/s \leq 0,25$
Arco semi-abatido	$0,25 < r/s \leq 0,40$
Arco profundo	$0,40 < r/s$

Categoria em função do vão → $s = 7,50$

Arco de pequeno vão	$0,0 < s \leq 7,5$
Arco de médio vão	$7,5 < s \leq 15,0$
Arco de grande vão	$15,0 < s$

Outras caraterísticas:

Altura da guarda corpos [g]	1,00 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	49,56 m
Área do Tabuleiro	193,28 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	$s = 7,50$
Altura do arco	$r = 3,50$
Espessura do arco	$t = 1,30$
Enchimento total	$h = 0,05$
Largura do maior pilar	$W = 3,80$
Altura do pilar	$H = 2,50$
Razão esp. arco / vão	$t/s = 0,173$
Razão esp. arco / altura	$t/r = 0,371$
Razão larg. pilar / vão	$W/s = 0,507$
Razão larg. / altura pilar	$W/H = 1,520$

Fotografias:



CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Nome da ponte: Ponte da Arranca em Vinhais

Localização: EN 316, Km 002+000

Ano Construção: Medieval Ano Alteração:

Coordenadas: 41,810969 ; -6,994786

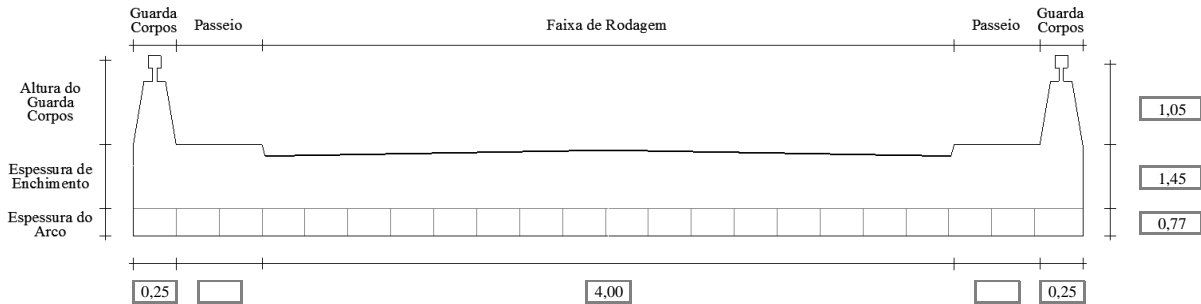
Alvenaria Alargada: Não

Ponte nº: 71

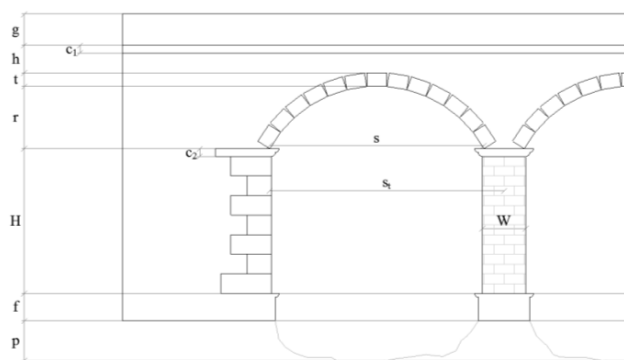
Nº EP:

Data: nov-13

Perfil Transversal:



Perfil Longitudinal:



Vãos = 5

Características do Vão do Arco [m]	Vãos = 5					
	Nº Vão	Livre (s)	Teórico (s _t)	Altura (r)	Esp. do arco (t)	Ench. (h)
	1	10,50	12,65	5,35	0,77	0,93
	2	7,90	12,05	4,20	0,71	1,21
	3	5,60	9,53	3,00	0,62	1,83
	4	5,30	9,30	2,75	0,70	1,75
	5	5,25	7,33	2,56	0,70	1,54

Nota: espessura do arco irregular

Pilares = 4

Características do Pilar [m]	Pilares = 4			
	Nº Pilar	Largura (W)	A. Total (H)	Altura Visível
	1	4,30	2,63	2,63
	2	4,00	2,93	2,93
	3	3,85	2,71	2,71
	4	4,15	2,70	2,70

Comprimento dos Muros de Suporte [m]

Entrada		Saída	
Direito	16,00	Direito	10,60
Esquer.	16,00	Esquer.	10,60

Altura dos encontros [m]

Entrada	2,25	Saída	2,00
---------	------	-------	------

Largura do tabuleiro [m]

Original	Atual	Gabarit hor.
4,50	4,50	4,00

Parâmetros Geométricos:

Classe de profundidade relativa → r/s = 0,51	
Arco abatido	0,00 < r/s ≤ 0,25
Arco semi-abatido	0,25 < r/s ≤ 0,40
Arco profundo	0,40 < r/s

Categoria em função do vão → s = 10,50

Arco de pequeno vão	0,0 < s ≤ 7,5
Arco de médio vão	7,5 < s ≤ 15,0
Arco de grande vão	15,0 < s

Outras caraterísticas:

Altura da guarda corpos [g]	1,05 m
Altura cornija tabuleiro [c ₁]	0,27 m
Altura cornija no arco [c ₂]	m
Altura fundação visível [f]	m
Altura visível ao leito [p]	m
Comprimento Total	50,86 m
Área do Tabuleiro	228,87 m ²
Velocidade	Km/h
Zona Sísmica	D
Material de construção	Xisto

Quadro Resumo:

Vão maior	s = 10,50
Altura do arco	r = 5,35
Espessura do arco	t = 0,77
Enchimento total	h = 1,20
Largura do maior pilar	W = 4,30
Altura do pilar	H = 2,63
Razão esp. arco / vão	t/s = 0,073
Razão esp. arco / altura	t/r = 0,144
Razão larg. pilar / vão	W/s = 0,410
Razão larg. / altura pilar	W/H = 1,635

Fotografias:



