

Processos Construtivos em Bueiro Celular de Concreto Armado: Estudo de Caso no Município de Igaracy-PE

Maurílio Gonçalves de Araújo Segundo¹, Amâncio da Cruz Filgueira Filho²

¹ Engenheiro Civil / Faculdade de Integração do Sertão / maurilio1segundo7@gmail.com

² Professor Mestre / Faculdade de Integração do Sertão / amanciofilgueira@hotmail.com

Resumo

Este trabalho visa um desenvolvimento de pesquisa em analisar as etapas construtivas da obra entre as normas e avalia o material e as metodologias de execução na utilização do bueiro celular de concreto armado. O acompanhamento de todo processo de execução dos bueiros, que pode ser realizado de diversas formas, em raras ocasiões é tratado com a atenção que condiz com as funções a que se aplicam ou com preocupação com o valor do investimento e, em caso de subdimensionamento, pode levar ao colapso da plataforma, que além do impacto ambiental, representa custos diretos e indiretos para o setor. O artigo tem como objetivo estabelecer os procedimentos e etapas que devem ser seguidos para implantação de dispositivos de drenagem pluvial urbana, neste caso bueiro celular de concreto armado, destinados à coleta de águas superficiais e condução para locais de descarga mais adequados. Este trabalho apresenta um estudo de caso que compreende a análise de técnicas construtivas, frente às recomendações normativas através de um relato da obra, de cunho qualitativo, comparando e verificando o processo executivo. Obteve-se como resultado a construção do bueiro celular que é de grande importância para o bairro Santa Ana, município de Igaracy-PE, que dá acesso para o centro da cidade. A finalidade foi analisar e comparar os processos construtivos do bueiro celular de concreto armado e conseqüente explicitar as nuances principais das etapas da obra.

Palavras-chave

Drenagem; Águas pluviais; Bueiro celular; Concreto Armado; Processo construtivo.

Introdução

O modal rodoviário de uma cidade ou região é um dos principais elementos para o desenvolvimento econômico local. Estradas e rodovias permitem a interligação de centros comerciais e o conseqüente fomento à economia regional. Em diversas situações de pavimentações de estradas, há a necessidade de se projetar dispositivos múltiplos de drenagem e obras para transpor obstáculos naturais presentes. Neste sentido, a construção de pontes, pontilhões, sarjetas, galerias, adutoras, bueiros, entre outros elementos construtivos, é imprescindível para a infraestrutura adequada da pavimentação. A concepção de uma drenagem eficaz é primordial para a segurança e funcionalidade da estrutura a ser executada. Problemas sérios como grandes cheias podem acarretar danos materiais e vidas.

O bueiro celular é uma obra de drenagem bastante presente em estradas, tem a função de conduzir o curso d'água natural que atravessa a rodovia, prevenindo contra enchentes e permitindo assim a adequação da construção à bacia hidrográfica existente. Assim como pontes e pontilhões, bueiros celulares de médio e grande porte são obras que também possibilitam o tráfego seguro de veículos e pedestres.

Segundo define o DER-PR (2018, p. 2) bueiros celulares: obras de arte correntes, de porte razoável, que se instalam no fundo de talvegues e, em geral, correspondem a cursos d'água permanentes. Por

razões construtivas e estruturais são construídos em seções geometricamente definidas, na forma de retângulos ou quadrados, podendo ser de células únicas ou múltiplas separadas por septos verticais. O presente trabalho tem como objetivo analisar a execução das etapas para implantação de bueiro celular de drenagem em uma obra de pequeno/médio porte do município de Igaracy-PE. Inicialmente são apresentadas as características dos principais modelos construtivos de obras desta natureza, situações onde deverão ser implantados. Além do mais, serão apresentadas as etapas básicas construtivas, bem como materiais diversos a serem empregados e técnicas executivas que permitam contínua e larga utilização, atendendo as necessidades locais.

Bueiro Celular

O bueiro tem finalidade de drenagem de rodovias tem como função fundamental captar e conduzir a água que chega do indivíduo estradal, para não comprometer a segurança e resistência da via. Permite a adequação das águas existentes de bacias hidrográficas que por meio da topografia do terreno são conduzidas em direção à rodovia. Logo, é indispensável que seja feita a adaptação dos caminhos que cruzam as estradas através de bueiros, pontilhões ou pontes.

Suas terminações são fornecidas as aberturas, compostas por alas, testas e calçadas, também em concreto, constituindo-se numa peça única. Segundo o DER-PR (2018,): “Os bueiros celulares que se tratarem de obras moldadas “in loco” abrangem estruturas de concreto armado cujo projeto deve atender às diretrizes da NBR 6118”.

A preparação de projeto dessa natureza e a sua execução requer do engenheiro responsável grande responsabilidade. Obras desta importância demanda o maior número de dados, como por exemplo, a adequação do sistema estrutural ao relevo do terreno e domínios do solo, que entre outras características, solicita também a presença de uma sensibilidade estética dada ser esta obra de influência na paisagem em que se encontra.

Estudo de Caso

A pesquisa realizada no município de Igaracy-PE, situado na Avenida Odilon Rodrigues da Cruz, no bairro Santa Ana (Figura 01). Com as análises climáticas foi possível perceber que a microrregião apresenta clima quente, com períodos longos de estiagem e as chuvas irregulares variando entre os meses de janeiro e maio.



Figura 01 – Território do Município de Igaracy-PE onde será localizada a obra.

Fonte: Google maps (2021)

O presente trabalho expõe informações relativas a procedimentos de construção para implantação de bueiro celular múltiplo de concreto armado para drenagem de águas pluviais, enfatizando as etapas de execução e insumos utilizados em toda a intervenção. Serão identificados durante os processos construtivos, os materiais com suas propriedades e especificações técnicas requeridas para a conclusão da obra em conformidade com o projeto executivo, conforme itens presentes nos Apêndices (A) e (B).

Etapas da Execução

A obra se iniciou com a escavação da fundação, à qual havia uma problemática quanto à resistência do solo encontrado, à qual foi prevista uma fundação rasa em projeto, porém as camadas com resistências satisfatórias estavam localizadas em cotas superiores à 3 metros. Isso se deveu à falhas no relatório de sondagem, que apontou que as camadas resistentes de solo, onde seriam assentadas as bases das sapatas isoladas, estavam com profundidades inferiores ao que foi observado *in loco*.

A solução adotada foi se criar uma camada de regularização resistente, com objetivo de criar uma superfície resistente para assentamento das fundações. A solução adotada foi criar uma base em concreto ciclópico com resistência característica à compressão de 10 MPa. Somente em dois elementos de sapata a cota de assentamento atingiu valores inferiores à 3,0 metros, para estas situações, mesmo assim foi adotado melhoramento de solo, utilizando-se camada de aterro em solo-cimento com traço de 1:10, com objetivo de obter-se uma segurança adicional.

Daí Para dar início a fundação, se fez o lançamento de concreto ciclópico substituindo o concreto magro previsto, que foram assentados os escoramentos e fôrmas de madeiras, assim obtendo menor desperdício de material ao ser lançado, regularizando o solo para execução dos elementos de fundação.

Após a execução da base em concreto ciclópico, foram executadas as fundações em sapatas isoladas, assim como também viga baldrame que receberiam as paredes em concreto ciclópico com função de fechamento entre os pilares. Posteriormente a cura desforma dos elementos de fundação foi dado início à etapa de montagem da mesoestrutura composta pelos pilares. Toda a estrutura de concreto foi executada com concreto de f_{ck} de 30 MPa, com adensamento por vibrador mecânico.

As paredes de concreto ciclópico foram executadas com mistura de proporção 70% concreto e 30% pedra de mão, com resistência característica de 10 MPa. Também concretadas utilizando formas de madeira, conforme Figura 02.



Figura 02 - Vigas baldrames, pilares e divisórias.

Com essas etapas finalizadas, se pôde dar início à execução das fôrmas de madeira para as superestrutura composta de vigas longitudinais e transversais e lajes, assim como também seus respectivos escoramentos e montagem das armaduras de aço (Figura 03).



Figura 03 - Fôrmas, escoramento e ferragens da superestrutura.

Posteriormente estes serviços foi dado início ao lançamento e adensamento do concreto para o tabuleiro, estes que foram utilizados concreto usinado transportado por caminhões betoneira. Tendo-se cuidado na etapa de adensamento como também no acabamento final sarrafeando o concreto, para uma melhor textura na superfície da pista de rolamento.



Figura 04 – Concretagem da superestrutura.

A cura foi uma etapa estritamente respeitada, na qual foi aspergido água três vezes ao dia durante uma semana (7 dias). Vale salientar que este processo foi adotado em todas as fases da construção. E para que se desse início da execução do passeio de pedestres foi respeitado tempo de desforma de 28 dias.

Com a estrutura do bueiro finalizada, foi dado início à execução dos passeios para pedestres, estes que ficariam com elevação de 25 cm em relação a pista de rolamento. Para isso, foi deixado saliências na laje para encaixe das peças de meio fio pré-moldado de concreto, que atuariam como função também de guarda rodas. Nas demais margens do passeio, foi executado alvenarias cerâmicas para fechamento do entorno, e posteriormente execução de aterro compactado para fechamento do caixão, conforme Figura 05.



Figura 05 – Execução da compactação do aterro dos passeios.

Em sequência foram dispostos os tubos metálicos, transpassando os arranques oriundos dos pilares da mesoestrutura, os quais serviriam para armação dos pilaretes do guarda corpo vazado. Assim os mesmos foram concretados, travando assim a estrutura do guarda corpo.

Como pode ser observado na Figura 06, para finalização dos passeios, foi executado piso em concreto simples sobre o aterro, com espessura de 6 cm.



Figura 06 – Execução do piso em concreto simples dos passeios.

Com a finalização de todas as etapas descritas, foi iniciado o acabamento final da OAE, executando-se os serviços de pintura, sinalização e rampas de acesso ao passeio. Na Figura 07 pode-se observar a pintura e sinalização horizontal executada na pista de rolamento, passeios e guarda corpos.



Figura 07 – Pintura e sinalização horizontal.

As rampas foram executadas de maneira semelhante ao caixão dos passeios, colocando-se proteção e contenções laterais e nivelamento um pouco acima do solo natural, o qual posteriormente irá receber calçada em concreto simples, que dará acesso aos passeios. Na figura 08 à seguir, é mostrado vista do bueiro celular executado.



Figura 08 – Bueiro celular executado.

Resultados e Discussão

Com este trabalho obteve-se como resultado a construção do bueiro celular, que é de grande importância para o bairro Santa Ana, município de Igaracy-PE, que dá acesso para o centro da cidade. Destinou-se solucionar os problemas de alagamentos, enchentes e conduzir a drenagem das águas pluviais da estrada chegando ao objetivo final.

A empresa contratada apresentou várias dificuldades de interpretação dos projetos de estrutura e fundações. Não houve presença do engenheiro civil de execução e a mão-de-obra direta não tinha qualificação necessária para o correto entendimento dos projetos.

As propriedades do solo apresentadas no relatório de sondagem geotécnica da empresa contratada divergiram das encontradas nos locais onde as sapatas estavam locadas. Na prática, foi descoberto um solo de fundação consideravelmente menos resistente do que o que está relatado no laudo. O projeto de fundações apontou cota de escavação equivalente à apontada em relatório de sondagem, porém foi necessário acréscimo nestes serviços preliminares para se obter uma fundação segura.

A solução técnica adotada foi de realizar escavação até profundidade com camada devidamente resistente para a execução das sapatas. Quando a profundidade de escavação era superior a 3,0 m (limite inferior para fundações profundas segundo a ABNT NBR 6122:2019), era procedido à execução de base em concreto ciclópico, como uma maneira de reforço do solo. Como medida de segurança, em apenas duas sapatas a cota de assentamento atingiu valor pouco superior à 1,0 m de profundidade, e mesmo assim, nestas foi executado espalhamento de aterro com mistura de solo-cimento e posterior compactação do mesmo, previamente ao concreto magro e à concretagem da fundação rasa, situação também não prevista em projeto.

Os serviços técnicos de fôrma, armação, concretagem e desforma das sapatas isoladas, pilares, vigas e laje conseguiram ser executados mediante apoio técnico frequente da equipe de fiscalização municipal. As especificações técnicas diversas constantes em memorial descritivo e pranchas dos projetos foram cumpridas rigorosamente. O intuito foi de concluir a obra de modo que a mesma atingisse os parâmetros de segurança, estabilidade e funcionalidade propostas.

Considerações finais

A finalidade deste trabalho foi analisar e comparar os processos construtivos do bueiro celular de concreto armado e conseqüente explicitar as nuances principais das etapas da obra. O passo inicial do trabalho foi apresentar os processos, onde aprende-se a discernir se o que está sendo executado

atende as normativas vigentes, literatura técnica e especificações. Também foi possível verificar que nem todos os métodos e procedimentos são executadas na obra, devidos à imprevistos e adaptações emergenciais.

Notou-se que alguns funcionários não apresentaram desenvoltura adequada para a realização das suas atribuições em obra, conforme relatado acima no tópico anterior. Fato este, pode ser explicado devido a vícios construtivos adquiridos com o tempo de realização destas atividades e com a cultura local.

Ressalta-se a importância de investimentos em capacitação de recursos humanos nas empresas e principalmente o acompanhamento de profissionais habilitados. A presença de engenheiro civil qualificado na obra é obrigatória, e indispensável para obtenção de resultados satisfatórios e minimização de riscos. Devido à este tipo de estrutura receber carregamentos elevados, necessariamente possuir sistema eficiente de drenagem, e além de ter grande importância social, o investimento em planejamento, projetos e mão de obra devem são vitais para seu desempenho e utilidade futura.

Em relação a obra alvo deste trabalho, é relevante salientar que, apesar das adversidades perceptíveis desde os serviços preliminares até a conclusão da estrutura do bueiro celular, atingiu-se parâmetros estimados em projeto, de segurança e funcionalidade. Foram nivelados os desafios comuns a essa tipologia de obra e vencidos os maiores obstáculos encontrados entre as equipes de fiscalização e execução.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), (2019). NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), (2014). NBR 6118: Projetos de estruturas de concreto - procedimento. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), (2021). NBR 7187: Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), (1998). NBR 14143: Elaboração de projetos de drenagem superficial para fins agrícolas - Requisitos. Rio de Janeiro.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ - DER/PR. DER/PR ES-D 10/18: Drenagem: Bueiros Celulares de concreto. Paraná: DER/PR (Dt/Cpd), 2018. 10 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 025/2004: Drenagem – Bueiros celulares de concreto – Especificação de serviço. 1 ed. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2004. 8 p.

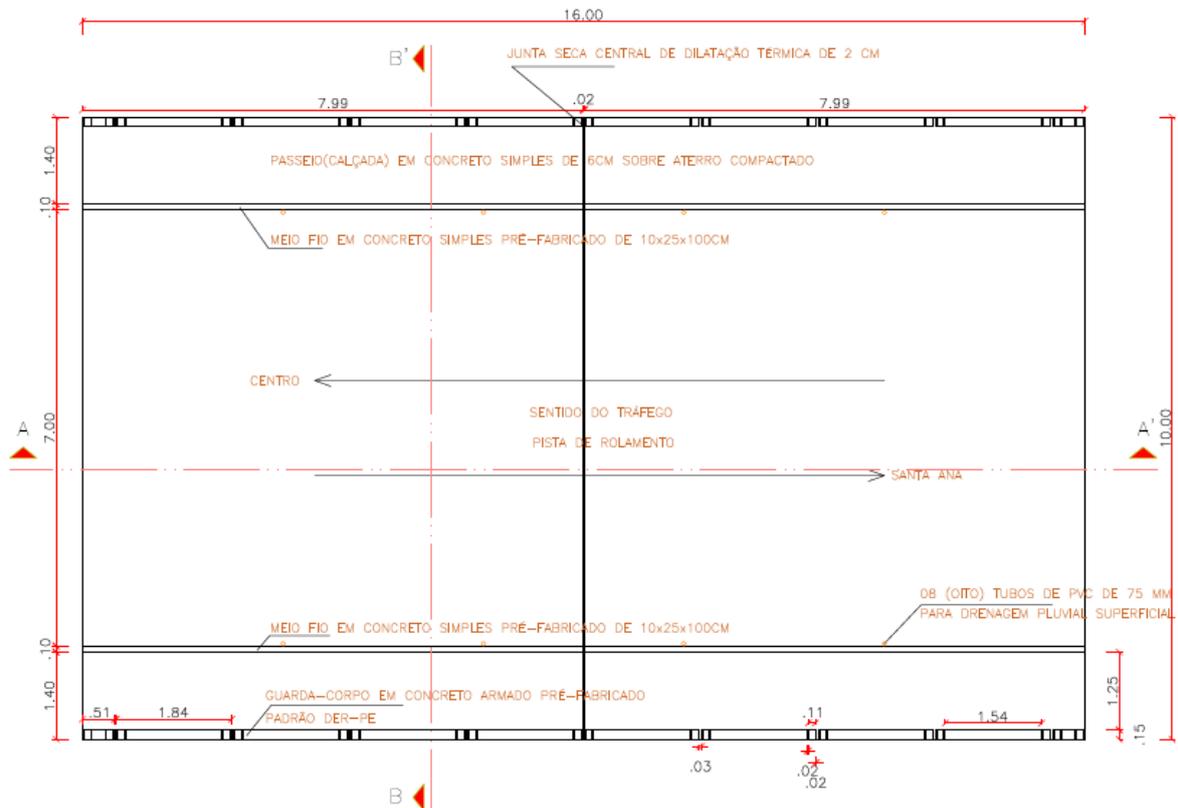
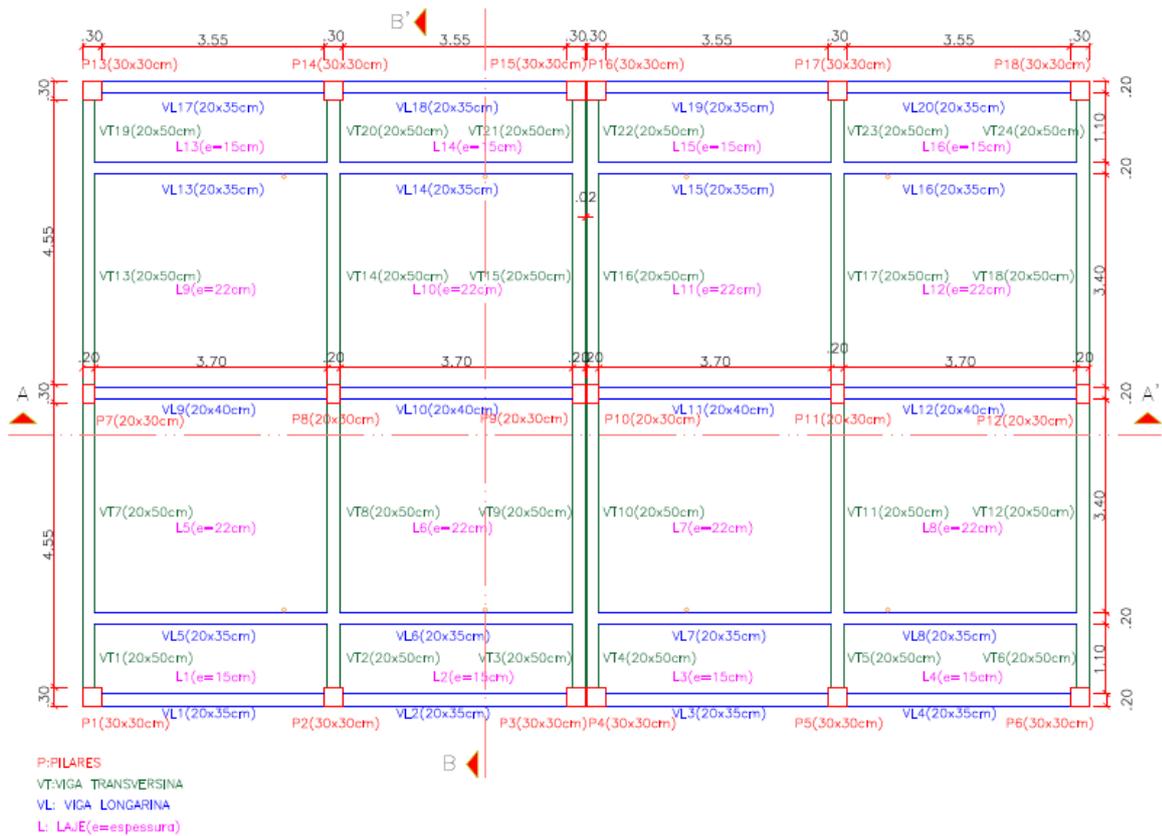
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. MANUAL DE DRENAGEM DE RODOVIAS. 2. ed. Rio de Janeiro: Engesur Consultoria e Estudos Técnicos Ltda, 2006. 333 p.

LEONHARDT, F, (2013). Construções de Concreto: Princípios Básicos da Construção de Pontes de Concreto. Interciência, Vol. 6, Rio de Janeiro.

PFEIL, W, (1985). Pontes em Concreto Armado. 3.ed. LTC, 2 Vol., Rio de Janeiro.

ROCHA, Diego Daibert. Avaliação do Projeto de Drenagem de Transposição de Talwegues da Rodovia Municipal que Interliga a Rodovia MG-457 ao Município de Passa Vinte/Minas Gerais. 2013. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da UFJF, Juiz de Fora, 2013. Cap. 1.

Apêndice (A) – Planta de formas e planta baixa do bueiro celular quadruplo.



Apêndice (B) – Cortes transversal e longitudinal do bueiro celular duplo, e planta de situação da obra.

