

COMPARAÇÃO ENTRE DOIS MÉTODOS PARA A EXECUÇÃO DE GUIAS: UTILIZAÇÃO DE COMPONENTES PRÉ-FABRICADOS OU MOLDAGEM POR EXTRUSÃO¹

DESTRI, Guilherme (1); FERREIRA, Priscilla (2); SOUZA, Ubiraci (3)

(1) FDTE, e-mail: guilherme.destri@fdte.org.br; (2) FDTE, e-mail: priscilla.ferreira@fdte.org.br; (3) FDTE, e-mail: ubiraci.souza@indiconengenharia.com.br

RESUMO

Nas obras de vias urbanas ou rodoviárias empregam-se elementos para delimitar áreas, guiar as águas pluviais e orientar o tráfego; tais elementos são chamados de guias ou meios-fios e sua execução pode ser feita de formas distintas: através de elementos pré-fabricados de concreto, ou de moldagem "in loco" utilizando-se de equipamento de extrusão de concreto. Este artigo pretende apresentar uma análise comparativa das técnicas construtivas e sua influência na produtividade, no custo, na formação das equipes e consumo de materiais e equipamentos. O trabalho se dá no âmbito de um projeto, realizado pela Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE), que aprimora as composições orçamentárias do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). A metodologia empregada envolve pesquisa bibliográfica e visitas à obras. Como resultados, observou-se que as tarefas para execução do serviço e a produtividade por metro linear são diferentes para os tipos de guias citados, o que acarreta impactos em custos, prazos e dimensionamento de equipe. Sendo assim, este estudo tem a função de apresentar os dois métodos, mostrando as implicações e requisitos necessários para adoção de cada um, além de servir como material base para tomada de decisão nas definições de projeto.

Palavras-chave: Guia pré-fabricada. Guia extrusada. Produtividade.

ABSTRACT

In urban way construction or in highway construction is common to use elements to define borders, to transport rainwaters and to guide traffic; these elements are called curbs and there are two different ways to execute: through concrete elements pre-fabricated, or molded in place using extruded concrete equipment. This paper intend to show one comparative analyze of constructive techniques and the influence on productivity, on costs, on team formation and consumption materials and equipment. This research is inserted in a project developed by Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE), who assess cost units of Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). The methodology used involves bibliographic research and visit to construction sites. As results, it was observed that the activities to construction the service analyzed and the productivity per linear meters are different for the types of curbs, which result impacts on costs, schedules and team measuring. This way, this study has the function to show two

¹ DESTRI, G.A.; FERREIRA, P.F.R.; SOUZA, U.E.L.. Comparação entre dois métodos para execução de guias: utilização de componentes pré-fabricados ou moldagem por extrusão. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16. 2016, São Paulo. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2016.

methods, showing the implications and the necessary requirements to adoption each one, beyond to serve as base material to take decisions on projects definitions.

Keywords: Pre-fabricated concrete curbs. Extruded concrete curbs. Productivity.

1 INTRODUÇÃO

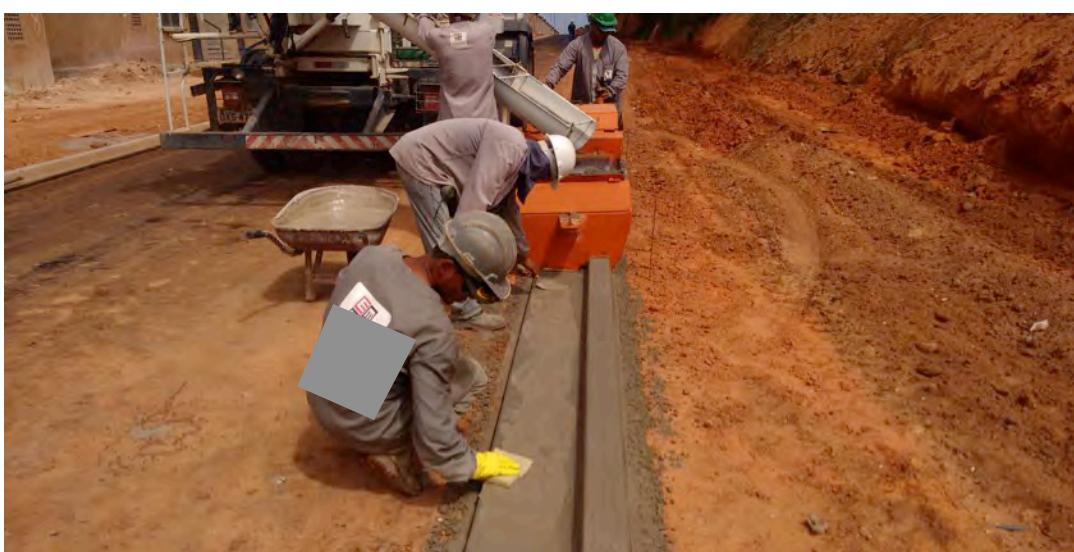
Guias ou meios-fios são os nomes dado aos elementos utilizados nas vias urbanas e em rodovias com a finalidade de delimitar áreas, conduzir as águas pluviais e orientar o tráfego para os diferentes usuários da via. Estes elementos, que podem ser feitos de diferentes materiais, têm na maioria das obras do Brasil a aplicação empregando-se o concreto (CEHOP).

Para as guias de concreto tem-se, pelo menos, dois métodos construtivos diferentes para sua execução (DNIT,2006). Em determinadas situações faz-se o uso das guias pré-fabricadas de concreto (Figura 1) e, em outros casos, utilizam-se as guias moldadas “in loco” através de equipamento de extrusão de concreto (Figura 2).

Figura 1 – Guias pré-fabricadas de concreto



Figura 2 – Guias moldadas “in loco” com equipamento extrusor de concreto



Tendo em vista estes dois métodos distintos de execução de guias, este artigo pretende, através da análise comparativa entre os métodos, analisar sua influência na produtividade, no custo, na formação das equipes, no consumo de materiais e equipamentos, a fim de fornecer material de apoio para a tomada de decisão nas definições de projeto.

Para isto, a metodologia de pesquisa está fundamentada em realizar uma revisão bibliográfica e visitas a obras.

Como resultado, observou-se que tanto para as técnicas construtivas quanto para a produtividade, a execução do serviço de assentamento de guias pré-fabricadas de concreto ou a execução de guias extrusadas de concreto apresentam diferenças significativas o que acarreta impactos diferentes em custos, prazos e dimensionamento de equipe.

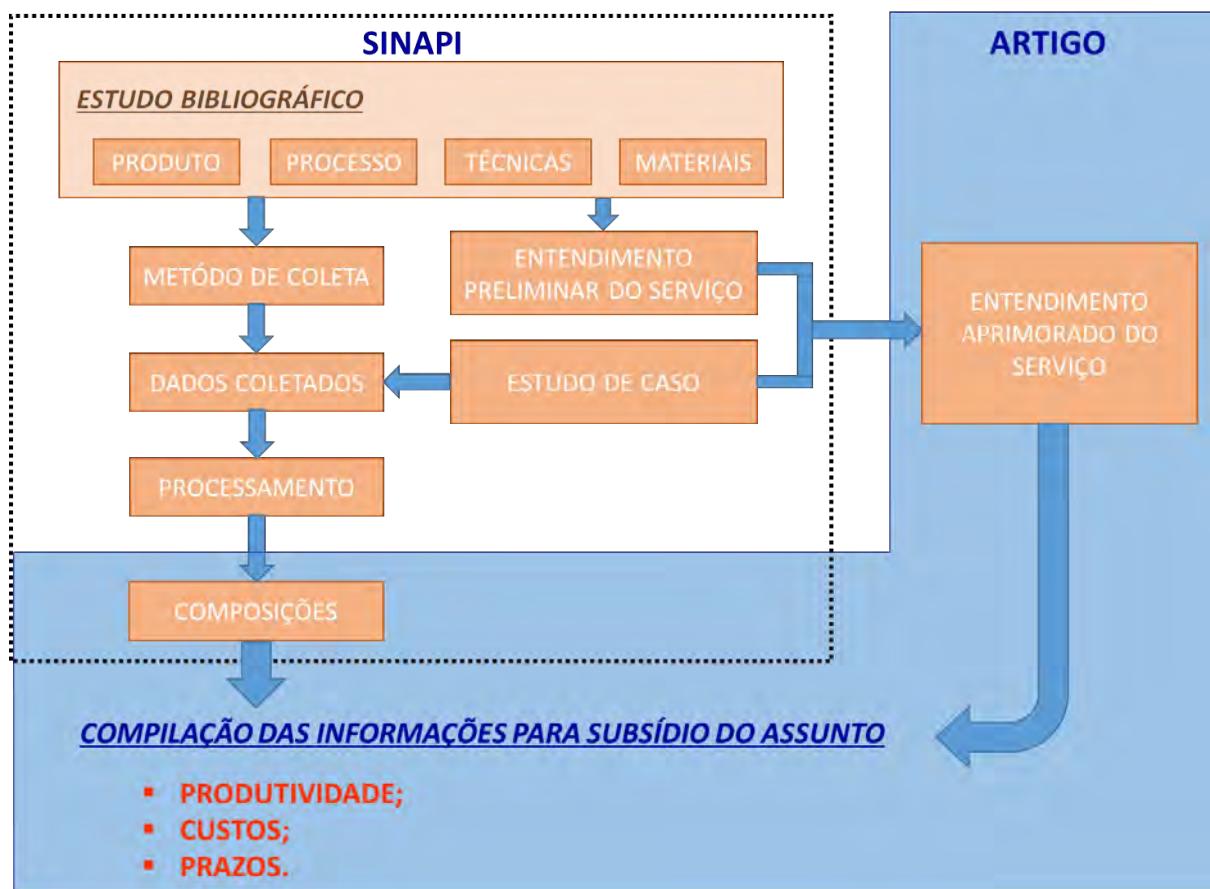
2 OBJETIVO

Tendo em vista a carência de bibliografia e a inexistência de normas sobre o tema, este artigo visa reunir textos e informações dispersos no meio acadêmico e técnico com o objetivo de subsidiar a tomada de decisões de projetistas e executores através da análise comparativa entre dois métodos construtivos, guias pré-fabricadas de concreto e guias moldadas “in loco” com a utilização de equipamento de extrusão de concreto, considerando a abordagem da técnica de execução, produtividade e custo.

3 MÉTODO DE TRABALHO

A metodologia de pesquisa adotada para o desenvolvimento deste artigo está baseada na estrutura apresentada na Figura 3.

Figura 3 – Metodologia de pesquisa adotada para desenvolvimento do artigo



A metodologia empregada para o desenvolvimento deste artigo está inserida em um projeto de pesquisa, realizado pela Fundação para o Desenvolvimento do Tecnológico da Engenharia (FDTE), que afera e aprimora as composições orçamentárias do SINAPI. Esta etapa está fora do escopo do artigo; contudo foi realizada pelos autores. A seguir é explicado como esta etapa, descrita na Figura 3 com o nome de SINAPI, é feita.

O trabalho de aferição das composições orçamentárias se dá inicialmente com a definição do tema a ser abordado (produto), ou seja, qual é o serviço final que se pretende estudar. Para este artigo, o tema abrange as guias ou meios-fios. Definido o tema, analisa-se os processos inerentes ao serviço para entregar o produto, isto é, quais são as tarefas envolvidas no processo de produção que conduzem a atingir o produto. Estas atividades estão melhor descritas nos capítulos subsequentes.

Após as etapas de definição de produto e verificação do processo construtivo, realiza-se pesquisa extensa para verificar as técnicas executivas mais comuns e os materiais empregados. Toda esta etapa do trabalho está inserida dentro de um estudo bibliográfico, onde se consultam artigos técnicos e acadêmicos, normas vigentes, executores do serviço, fornecedores de materiais e consultores especializados no tema.

Terminada esta etapa, juntamente com o entendimento preliminar do

serviço, é definido o método de coleta a ser adotado para se obterem os dados necessários que permitam serem estudados e aferidos índices de produtividade da mão de obra e consumo de materiais e equipamentos.

Definido o método de coleta, prossegue-se com o estudo de campo, que inclui visitas a obras para acompanhamento do serviço e coleta de informações, tais como: equipe, equipamentos, materiais utilizados, tempos da atividade etc.

Finda a etapa anterior, passa-se ao processamento dos dados observados em campo e ao tratamento matemático e estatístico a fim de verificar os fatores que afetam a produtividade e, deste modo, gerar os índices de produtividade e consumo das composições orçamentárias (CAIXA, 2015).

A partir deste ponto, a metodologia de pesquisa, que não faz parte do escopo deste artigo, está finalizada. Passa-se, então, à metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho.

Tendo em vista que o serviço analisado carece de normas técnicas e referências bibliográficas, para permitir o desenvolvimento deste artigo, utilizou-se do conhecimento adquirido na etapa de gerar as composições orçamentárias e realizou-se a compilação de diversos textos técnicos com a descrição do serviço e exigências de desempenho, a fim de consolidar o conhecimento e criar um artigo que servisse de base para verificar as características do serviço e embasasse a tomada de decisões.

4 TÉCNICA DE EXECUÇÃO

Com base nas referências bibliográficas, verificou-se que a execução do serviço possui processos de produção distintos entre os diferentes tipos de guias de concreto. A seguir são descritos o processo de produção para cada tipo.

4.1 Produção de guias pré-fabricadas de concreto

O serviço inicia-se com o preparo da base para assentamento, que é comumente chamada nas obras pelo termo de colchão, denominação que será utilizada a partir deste ponto.

O colchão de assentamento deve ser feito sobre a superfície do terreno limpa e nivelada, sobre a qual se lança uma camada de material granular inerte, areia ou pó de pedra, com espessura uniforme, a qual é submetida a compactação (CEHOP).

Na sequência procede-se a colocação das linhas de referência, onde são cravados piquetes ao longo do eixo de assentamento e, com o auxílio de nível e régua de pedreiro, marcam-se as cotas de nível e, por fim, esticam-se as linhas de referência.

Simultaneamente é feito o transporte das guias pré-fabricadas de concreto, de forma manual ou com o auxílio de carrinho-de-mão, entre o estoque, onde estão dispostas em pallets, e o local de execução do serviço.

Enfim, inicia-se o assentamento das guias, que consiste em colocar os elementos de forma alinhada, nivelada e distribuída de modo que as juntas de rejuntamento fiquem com distâncias uniformes (DER, 2006). Também é feito, visando evitar o tombamento das guias, o escoramento na parte posterior com o lançamento de “cubos” de concreto (CEPAM).

Por fim, passa-se a fazer o preenchimento das juntas com argamassa de cimento. A sequência executiva descrita pode ser vista na Figura 4 onde estão apresentadas, através de imagens, todas as etapas do serviço.

Figura 4 – Sequência executiva para guias pré-moldadas de concreto



4.2 Produção de guias moldadas “in loco” com a utilização de equipamentos de extrusão de concreto

Na execução das guias extrusadas de concreto, o início do serviço se assemelha ao assentamento de guias pré-fabricadas de concreto, ou seja, inicia-se com a execução do colchão de assentamento e na sequência procede-se a colocação das linhas de referência.

A partir deste ponto o processo de produção se diferencia da execução de guias pré-fabricadas de concreto. É feita a execução das guias através de formas metálicas deslizantes, acopladas a um equipamento de extrusão de concreto, devidamente nivelado, em que se recebe o concreto diretamente do caminhão betoneira. Em conjunto com esta atividade, executam-se as juntas de dilatação fazendo corte na guia com o uso de equipamento do tipo serra disco, ou até mesmo, com a colher de pedreiro, permitindo assim a expansão e contração do concreto e evitando fissuras e trincas (DNIT, 2006).

Assim que a execução da guia com o equipamento de extrusão disponibiliza frente de serviço disponível, os operários realizam o acabamento superficial com o espalhamento de argamassa de cimento. Finalizada esta etapa, a guia extrusada está pronta, devendo-se fazer o processo de cura úmida através do molhamento com água. A sequência executiva descrita pode ser vista na Figura 5, onde estão apresentadas, através de imagens, todas as etapas do serviço.

Figura 5 – Sequência executiva para guias moldadas “in loco” com equipamento de extrusão de concreto



5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Observou-se, nas obras visitadas, o tamanho das equipes e as funções desempenhadas por operário; aliando-se a isso, com base nas atividades previstas para a execução do serviço e considerando as referências bibliográficas utilizadas, determinou-se o tamanho mínimo de cada equipe conforme o tipo de guia adotada. O Quadro 1 apresenta, de forma comparativa, o tamanho das equipes, as funções de cada operário e suas respectivas tarefas.

Quadro 1 – Descrição resumida das equipes

GUIAS PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO			GUIAS MOLDADAS “IN LOCO” COM EQUIPAMENTO DE EXTRUSÃO DE CONCRETO		
Qty	Função	Atividade	Qty	Função	Atividade
1	Encarregado	Coordenar e verificar o serviço.	1	Encarregado	Coordenar e verificar o serviço.
3	Pedreiro	Executa as atividades como: colchão de assentamento, colocação das linhas de referência, assentamento, escoramento e rejuntamento das guias.	1	Pedreiro	Executa as atividades complementares como: colchão de assentamento, colocação das linhas de referência, auxílio no lançamento do concreto do caminhão betoneira ao equipamento, execução juntas de dilatação e acabamento superficial.
3	Serventes	Auxiliar o pedreiro nas atividades de execução das guias e transportar as guias entre estoque e frente de serviço.	2	Serventes	Auxiliar o operador de máquina e pedreiro nas atividades de execução de guias e realizar a cura umida.
-	-	-	1	Operador	Ajusta, nivela e manipula o equipamento de extrusão.
Tamanho da equipe: 7 operários			Tamanho da equipe: 5 operários		

Conforme visto, a execução das guias de concreto pré-fabricado exige uma equipe de operários maior do que as guias moldadas “in loco” com equipamento de extrusão de concreto.

6 PRODUTIVIDADE E CONSUMO DE MATERIAIS NA EXECUÇÃO DE GUIAS

Para definir a produtividade e o consumo de materiais na execução do serviço de guias, utilizaram-se as composições orçamentárias do SINAPI.

No sistema do SINAPI os fatores que afetam os índices de produtividade são muitos, tais como: dimensões das guias pré-moldadas de concreto, perfil da guia moldada “in loco” extrusada, trechos retos ou em curva (CAIXA, 2016). Visando facilitar a comparação entre os dois métodos executivos, agruparam-se as composições similares, sem prejuízos significativos para a análise comparativa, e adotaram-se os valores medianos de produtividade e consumo de materiais para as composições pertencentes ao mesmo grupo. Sendo assim, os quatro grupos definidos para comparação foram:

- Guia (meio-fio) de concreto moldada “in loco” com equipamento de extrusão;

- Guia (meio-fio) e sarjeta conjugados de concreto moldado “in loco” com equipamento de extrusão;
- Guia (meio-fio) de concreto pré-fabricado;
- Guia (meio-fio) de concreto pré-fabricado e sarjeta de concreto moldada “in loco”.

6.1 Índices de produtividade e consumo de materiais na execução de guias

Após a análise das composições do SINAPI e cálculo das medianas para determinar as produtividades e consumo de materiais para os tipos de guias considerados na análise, obtiveram-se os índices apresentados na Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1 – Índices de produtividade da mão de obra e equipamentos

TIPO DE COMPOSIÇÃO ORÇAMENTÁRIA	OPERADOR (h/m)	OFICIAL (h/m)	AJUDANTE (h/m)	CHP (EXTRUSORA) (h/m)	CHI (EXTRUSORA) (h/m)
Guia (meio-fio) de concreto moldada “in loco” com equipamento de extrusão	0,093	0,227	0,455	0,015	0,077
Guia (meio-fio) e sarjeta conjugados de concreto moldado “in loco” com equipamento de extrusão	0,152	0,286	0,573	0,025	0,127
Guia (meio-fio) de concreto pré-fabricado	-	0,394	0,394	-	-
Guia (meio-fio) de concreto pré-fabricado e sarjeta de concreto moldada “in loco”	-	0,903	0,903	-	-

Tabela 2 – Índices de consumo de materiais

TIPO DE COMPOSIÇÃO ORÇAMENTÁRIA	ARG. REJUNTE/ ACABAMENTO (m ³ /m)	CONCRETO (m ³ /m)	FORMAS (m/m)	GUIAS (m/m)	AREIA BASE (m ³ /m)
Guia (meio-fio) de concreto moldada “in loco” com equipamento de extrusão	0,002	0,040	-	-	0,007
Guia (meio-fio) e sarjeta conjugados de concreto moldado “in loco” com equipamento de extrusão	0,004	0,100	-	-	0,020
Guia (meio-fio) de concreto pré-fabricado	0,001	0,016	-	1,131	0,007
Guia (meio-fio) de concreto pré-fabricado e sarjeta de concreto moldada “in loco”	0,001	0,081	0,304	1,131	0,021

7 CUSTOS

A partir dos valores obtidos para a produtividade da mão de obra e consumo de materiais e equipamentos, utilizaram-se, para estimar o custo

por metro linear de guia, as tabelas não desoneradas de custos de insumos e composições, mês de referência fevereiro de 2016, disponibilizadas pela Caixa Econômica Federal (CAIXA, 2016).

Sendo assim, calculou-se, a partir da multiplicação dos custos unitários pelos índices obtidos, o custo por metro linear para a execução das guias, obtendo-se os valores conforme mostrado na Tabela 3 e Tabela 4.

Tabela 3 – Custo de produção de guias por metro linear

INSUMO	CUSTO UNITÁRIO POR UNIDADE DE INSUMO	GUIA (MEIO-FIO) DE CONCRETO MOLDADA "IN LOCO" COM EXTRUSORA		GUIA (MEIO-FIO) DE CONCRETO PRÉ-FABRICADO	
		INSUMO	VALOR	INSUMO	VALOR
Operador	R\$ 17,04	0,093	R\$ 1,58	-	-
Pedreiro	R\$ 18,62	0,227	R\$ 4,23	0,394	R\$ 7,34
Servente	R\$ 15,96	0,455	R\$ 7,26	0,394	R\$ 6,29
Equipamento Extrusor	R\$ 19,48	0,092	R\$ 0,60	-	-
Areia ⁽¹⁾	R\$ 59,00	0,007	R\$ 0,41	0,007	R\$ 0,41
Concreto ⁽²⁾	R\$ 219,21	0,040	R\$ 8,77	0,016	R\$ 3,51
Guia ⁽³⁾	R\$ 21,40	-	-	1,005	R\$ 21,51
Argamassa ⁽⁴⁾	R\$ 398,04	0,002	R\$ 0,80	0,001	R\$ 0,40
TOTAL POR M:		R\$ 23,65		R\$ 39,45	
(1) Considerado areia média para a base de assentamento; (2) Concreto usinado bombeável, classe de resistência C20, com brita 0 e 1, Slump = 100 +/- 20 mm, exclui serviço de bombeamento; (3) Guia ou meio-fio de concreto pré-fabricado, comprimento 1,0 m, altura 0,30 cm, largura 0,15/0,13 m (base/topo); (4) Argamassa traço 1:3 (cimento e areia média), preparo manual.					

Tabela 4 – Custo de produção de guias conjugado com a execução de sarjeta por metro linear

INSUMO	CUSTO UNITÁRIO POR UNIDADE DE INSUMO	GUIA (MEIO-FIO) E SARJETA CONJUGADOS DE CONCRETO MOLDADO "IN LOCO" COM EXTRUSORA		GUIA (MEIO-FIO) DE CONCRETO PRÉ-FABRICADO E SARJETA DE CONCRETO MOLDADA "IN LOCO"	
		INSUMO	VALOR	INSUMO	VALOR
Operador	R\$ 17,04	0,152	R\$ 2,59	-	-
Pedreiro	R\$ 18,62	0,286	R\$ 5,33	0,903	R\$ 16,81
Servente	R\$ 15,96	0,573	R\$ 9,15	0,903	R\$ 14,41
Equipamento Extrusor	R\$ 19,48	0,152	R\$ 0,99	-	-
Areia ⁽¹⁾	R\$ 59,00	0,020	R\$ 1,18	0,021	R\$ 1,24
Concreto ⁽²⁾	R\$ 219,21	0,100	R\$ 21,92	0,081	R\$ 17,76

INSUMO	CUSTO UNITÁRIO POR UNIDADE DE INSUMO	GUIA (MEIO-FIO) E SARJETA CONJUGADOS DE CONCRETO MOLDADO "IN LOCO" COM EXTRUSORA		GUIA (MEIO-FIO) DE CONCRETO PRÉ-FABRICADO E SARJETA DE CONCRETO MOLDADA "IN LOCO"	
		INSUMO	VALOR	INSUMO	VALOR
Guia ⁽³⁾	R\$ 21,40	-	-	1,005	R\$ 21,51
Argamassa ⁽⁴⁾	R\$ 398,04	0,004	R\$ 1,59	0,001	R\$ 0,40
Fôrmas para sarjeta	R\$ 3,12	-	-	0,304	R\$ 0,95
TOTAL POR M:		R\$ 42,74			R\$ 73,07
(5) Considerado areia média para a base de assentamento; (6) Concreto usinado bombeável, classe de resistência C20, com brita 0 e 1, Slump = 100 +/- 20 mm, exclui serviço de bombeamento; (7) Guia ou meio-fio de concreto pré-fabricado, comprimento 1,0 m, altura 0,30 cm, largura 0,15/ 0,13 m (base/topo); (8) Argamassa traço 1:3 (cimento e areia média), preparo manual.					

8 CONCLUSÃO

Através das análises realizadas, verificaram-se diversas vantagens na execução de guias por extrusão:

- A equipe de produção das guias moldadas "in loco" por extrusão é 29% menor do que a equipe necessária para produzir as guias pré-fabricadas.
- Considerando a análise de produtividade das atividades guias mais sarjetas, a execução pelo método com concreto extrusado é mais eficiente (possui melhor produtividade) que guias pré-fabricadas com sarjeta moldada "in loco"; já que a extrusora consegue fazer os dois elementos em uma única moldagem e não necessita de fôrmas para a sarjeta.
- Com relação às análises de custos, a execução de guias pré-fabricadas possuem custos mais elevados se comparada com a execução de guias moldadas por extrusão.

Apesar dessas vantagens, observou-se nas obras coletadas, uma predominância na adoção da execução de guias pré-fabricadas.

Os autores acreditam que esta situação ocorre em parte, porque o serviço com uso de equipamento de extrusão é uma tecnologia mais recente, o que faz com que haja demora na disseminação do conhecimento técnico e na transposição das barreiras de aceitação de uma nova técnica. Outro fator é que, como não existem normas técnicas sobre o assunto, é difícil determinar parâmetros de medição para o controle de qualidade das guias moldadas "in loco", enquanto para os elementos pré-fabricados já existem normas específicas e controle de qualidade da produção de materiais pré-fabricados.

Por último, notou-se que, para a execução de guias moldadas “in loco”, o local do serviço é, usualmente, um loteamento novo, um trecho ainda não urbanizado, sem a pavimentação e o passeio executados. E as pré-fabricadas são utilizadas tanto nos locais descritos anteriormente quanto em áreas já edificadas e com pavimentação.

Enfim, verifica-se que os dois métodos construtivos são, do ponto de vista técnico, boas soluções; porém, a decisão sobre qual método adotar deve ir além dos fatores de prazo e custo, e incluir, também, fatores como local para execução do serviço e conhecimento técnico dos executores.

REFERÊNCIAS

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI. **Cadernos Técnicos das Composições de Guias e Sarjetas – Lote 3.** Disponível em <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-consulta-publica-lote3-saneamento-infraestrutura-urbana/SINAPI_LOTE3_GUIAS_SARJETAS_01_A_32.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2016.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI. **Metodologias e conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil/Caixa Econômica Federal.** Brasília, 2015. 122 p.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI. **Relatório de Insumos e Composições - Fev/16 - sem desoneração.** Disponível em <http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria_664>. Acesso em: 18 abr. 2016.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Drenagem – Meios-fios e guias – Especificação de serviço.** Rio de Janeiro, 2006. 6 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional. Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal (CEPAM). **Formalização de convênios – Orientações. Detalhamento técnico.** São Paulo, [s.d]. 75 p.

SÃO PAULO. Secretaria dos Transportes. Departamento de Estradas de Rodagem (DER-SP). **Especificação técnica – Meio-fio, sarjetas e sarjetões.** São Paulo, 2006. 6 p.

SERGIPE (Estado). Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (CEHOP). Orçamento de Obras de Sergipe . **Especificações – Infra-estrutura – Pavimentação Rodoviária – Meios-Fios e Guias.** [s.d]. 5 p.