



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

SUBSÍDIOS PARA A ESCOLHA DO MATERIAL UTILIZADO PARA INSTALAÇÕES DE GÁS: AÇO, COBRE E MULTICAMADA¹

MOURA, Aline (1); SANTOS, Fernanda (2); SOUZA, Ubiraci (3); KATO, Camila (4)

(1) FDTE, e-mail: aline.moura@fdte.org.br; (2) FDTE, e-mail: fernanda.santos@fdte.org.br; (3) USP, e-mail: ubiraci.souza@produtime.com.br; (4) FDTE, e-mail: camila.kato@fdte.org.br

RESUMO

As instalações para receber a passagem de gás podem utilizar diferentes materiais. Historicamente, o sistema de gás era feito com tubulações de aço; com o passar dos anos, o cobre passou a ser utilizado e, aos poucos, o multicamada (polietileno-alumínio-polietileno ou polietileno reticulado-alumínio-polietileno reticulado) vem surgindo como uma nova opção. Dentro deste contexto, o executor pode ter dificuldades para definir qual material utilizar. A escolha do melhor material para gás leva em conta vários fatores; neste trabalho é feita a análise de aspectos relevantes, quais sejam: produtividade, técnicas construtivas e organização do trabalho. A análise envolve discussões baseadas em pesquisa bibliográfica e visitas a obras com os serviços em execução para comparar instalações de gás com aço, cobre e multicamada. Este trabalho está inserido numa ampla pesquisa sobre composições unitárias. Tal pesquisa envolve um estudo minucioso com coleta de dados em campo sobre produtividade e consumo de materiais para estes tipos de tubulações de gás. Atualmente, têm-se os estudos de tubulação de aço e cobre concluídos; já o de multicamada encontra-se em desenvolvimento. Este estudo é de suma importância para auxiliar na definição de qual material utilizar nas instalações de gás levando em conta os aspectos anteriormente citados.

Palavras-chave: Gás. Aço. Cobre. Multicamada.

ABSTRACT

The pipes installations to receive the gas can use different materials. Historically, the gas system was made with steel pipes; along the years, copper has come to be used, and slowly, the multilayer (polyethylene-aluminum-polyethylene or polyethylene reticulated aluminum-polyethylene reticulated) is appearing as a new option. In this context, the executor may have trouble defining what material to use. The choice of the best material for gas takes into account several factors; this work is done the analysis of relevant aspects, namely: productivity, construction techniques and work organization. The analysis involves discussions based on literature and visits to buildings with services running to compare gas installations with steel, copper and multilayer. This work is set in large research unit compositions. This research involves a detailed study with field data collection on productivity and consumables for these types of gas pipes. Currently, there are the pipes steel and studies completed copper; since the multilayer is under development. This study is very important to help define which materials used in gas installations considering the aspects mentioned above.

Keywords: Gas. Steel. Copper. Multilayer.

¹ MOURA, A.S.; SANTOS, F.G.; SOUZA, U.E.L.; KATO, C.S.. Subsídios para a escolha do material utilizado para instalações de gás: aço, cobre e multicamada. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

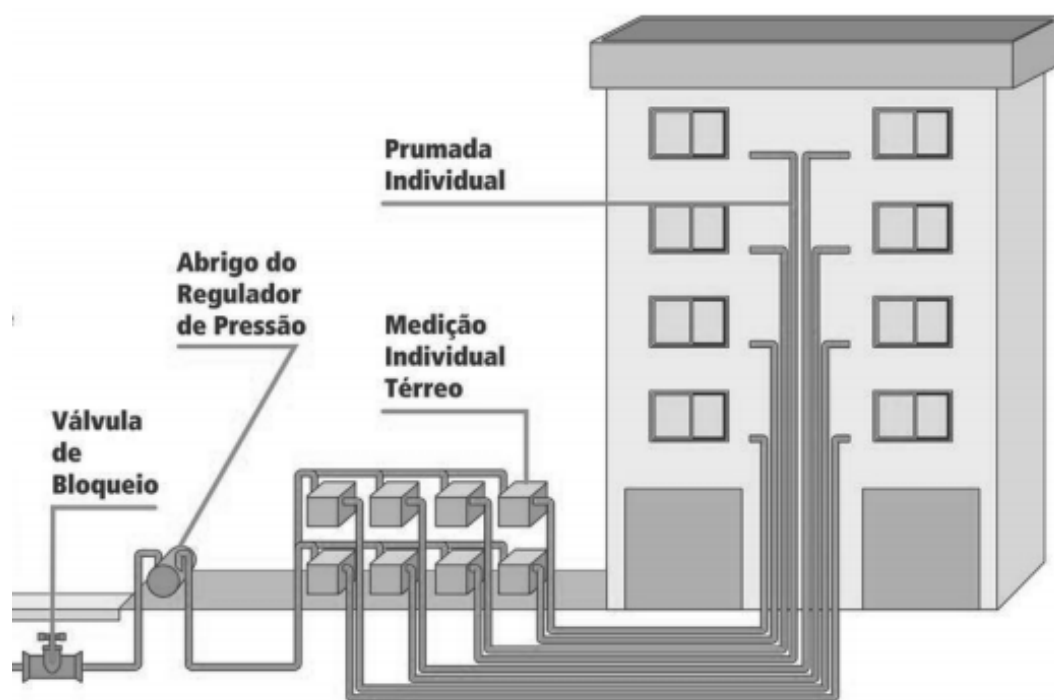
1 INTRODUÇÃO

Antigamente, o gás combustível residencial era amplamente fornecido através de botijões. Com o passar dos anos, com o intuito de aperfeiçoar as construções e ter mais eficiência na distribuição, foi iniciada a colocação de tubulações para fornecimento de gás diretamente da rua ao ponto de consumo dentro de uma edificação (GAZETA DO POVO, 2015).

Segundo a NBR 15526 (ABNT, 2012), o produto é entregue pela concessionária ao consumidor. Após a entrada na edificação a tubulação é encaminhada até a prumada (tubulação vertical que conduz o gás para um ou mais pavimentos) e depois ao ramal (tubulação que parte da prumada e tem seu fim no ponto de consumo).

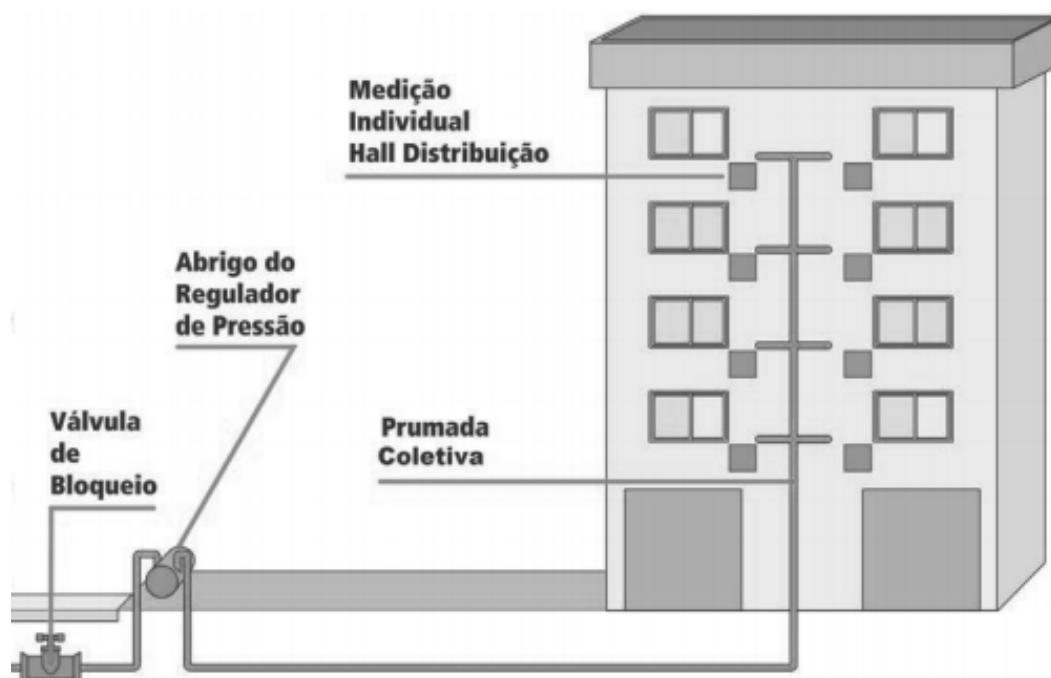
As instalações de gás podem ter prumada individualizada ou coletiva, isto altera o tamanho da rede de instalação (COMGÁS, 2009). Quando as tubulações partem de um centro de medição individualizado, conforme Figura 1, o consumo de materiais é maior. Já a Figura 2 apresenta um modelo de edificação com prumada única e medição no pavimento de utilização.

Figura 1 – Tubulação de gás com prumada individualizada



Fonte: Tigre (2014)

Figura 2 – Tubulação de gás com prumada coletiva



Fonte: Tigre (2014)

Alguns materiais são utilizados nas tubulações para essa finalidade, dentre eles estão o aço, o cobre e o multicamada, que serão abordados no presente artigo.

O aço utilizado nas tubulações prediais é chamado de aço carbono. As instalações são compostas por tubos e conexões, a junção destas peças ocorre através de solda ou rosca, de acordo com a metodologia utilizada em cada obra. Sua durabilidade está relacionada às condições de exposição e à agressividade do meio em que se encontra (TÉCHNE, 2005).

Os tubos de cobre são muito utilizados em instalações de gás por minimizar reparos, o que evita transtornos futuros na edificação, e por conta da boa estanqueidade da tubulação. É um material que suporta altas temperaturas, tem durabilidade e segurança nas instalações (ELUMA, 2009).

O multicamada, composto por camada interna de alumínio e externa de polietileno ou polietileno reticulado unidas por adesivo. Apresenta boas características de elasticidade e vida útil duradoura (TIGRE, 2014).

Nas instalações de aço e de cobre, a mudança de direção exige a colocação de conexões, itens muito impactantes no custo do sistema de gás e que influenciam negativamente a produtividade da mão-de-obra. Apesar disto, são materiais muito utilizados por fazer uso de equipes com experiência na instalação. O multicamada, por sua vez, conta com tubos semiflexíveis, onde os desvios são facilmente conseguidos através de curvamentos, o que gera uma redução no consumo das conexões e uma menor possibilidade de vazamentos de gás no encaminhamento da tubulação.

Devido às diferentes opções para utilização e deficiência nas informações encontradas, principalmente sobre o multicamada, que aos poucos vem sendo inserido no mercado de instalações, os três materiais apresentam diferenças em relação à produtividade, aos métodos de execução e ao dimensionamento de equipe, que serão abordados neste artigo.

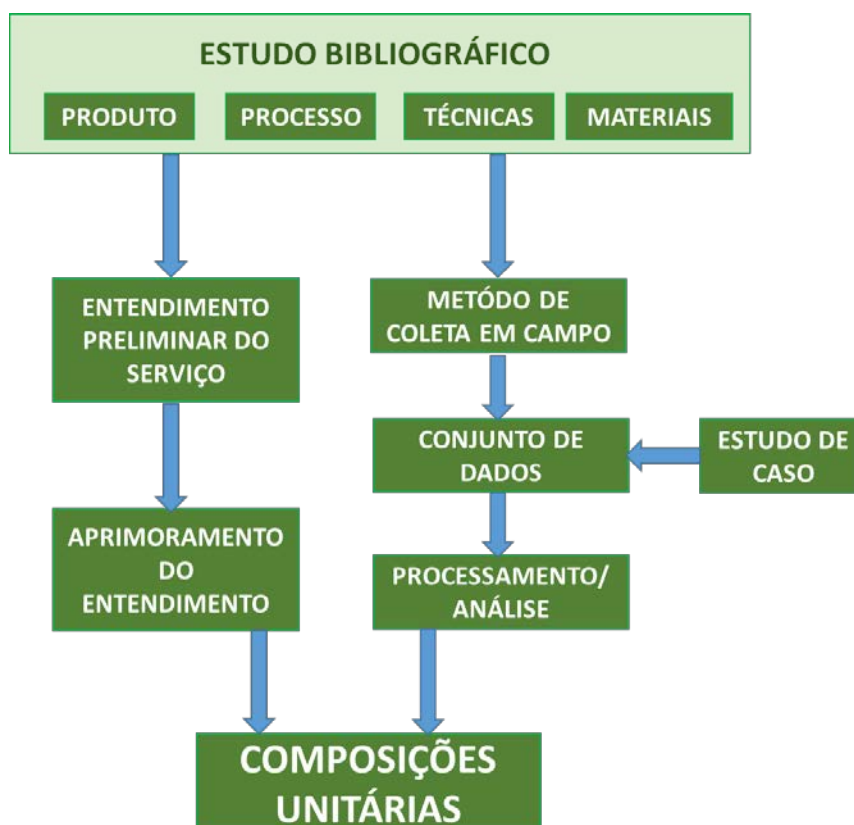
2 OBJETIVO

Tendo em vista que a escolha do melhor material para tubulações de gás engloba vários fatores, dentre os quais há uma relevância com relação à produtividade, às técnicas construtivas e à organização do trabalho, este artigo apresenta um estudo feito através de coletas de dados em campo sobre produtividade e consumo de materiais para instalações em aço, cobre e multicamada, tendo como objetivo auxiliar a tomada de decisão sobre qual tipo de tubulação adotar para as instalações de gás.

3 MÉTODO DE TRABALHO

O presente artigo está inserido numa ampla pesquisa sobre aferição de composições unitárias, realizado pela Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE) para o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). A Figura 3 apresenta um esquema da metodologia adotada para desenvolver o presente artigo.

Figura 3 – Metodologia de trabalho adotada



Fonte: Os autores

A aferição das composições orçamentárias se dá a partir da definição do tema a ser abordado. Este artigo trata de tubulações para gás em aço, cobre e multicamada. O entendimento do serviço é fundamental para definir qual caminho adotar para obter as informações necessárias à análise.

A partir da definição do tema, aprimora-se o entendimento para que a obtenção dos dados seja feita de forma clara e objetiva.

As coletas feitas em campo verificam quais são as tarefas presentes na execução, os materiais utilizados, as técnicas empregadas, a equipe envolvida e o tempo de duração das atividades.

Com os dados já levantados, é feito o processamento dos mesmos e em seguida a análise matemática e estatística, visando identificar quais os fatores que afetam a produtividade e, ao final da observação das informações, geram-se os indicadores de produtividade e os consumos de materiais e equipamentos referentes a cada composição unitária.

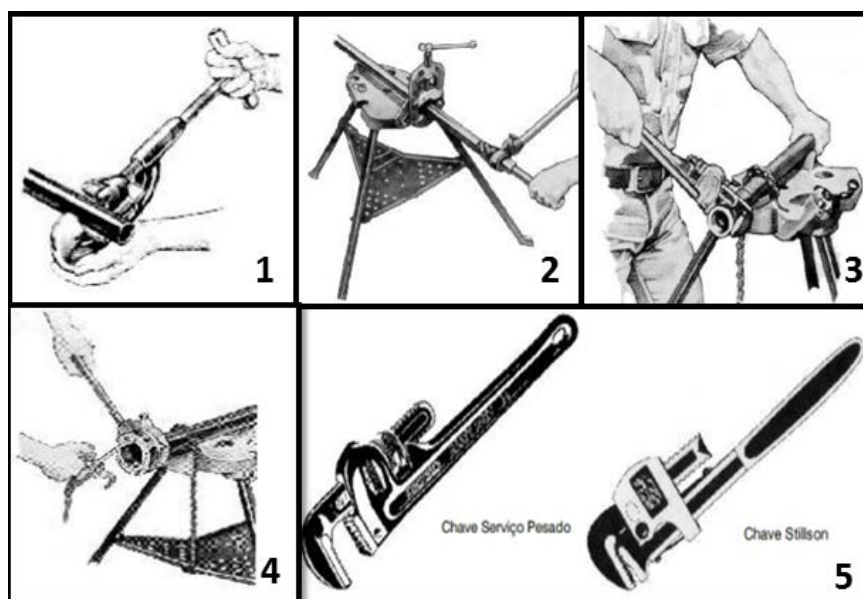
4 TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

As tubulações em aço no sistema de gás podem ter junção através de rosca ou soldagem. A rosca é um processo muito utilizado, sua execução deve obedecer aos seguintes procedimentos (RIDGID, 2008):

- Primeiro é feito o corte do tubo, pode ser feito a frio, através do corta tubo, que é mais rápido, ou a quente, através de policorte ou maçarico.
- Após o corte, é possível que o tubo fique com algumas rebarbas, então se retira as sobras;
- Para a fabricação da rosca deve-se utilizar uma rosqueadeira bem afiada para garantir que os filetes sejam feitos dentro das normas e com um melhor acabamento;
- Após a fabricação da rosca, passa-se zarcão para garantir maior resistência à corrosão na região da rosca, tanto no tubo como na conexão;
- Com o objetivo de melhor vedação da junção entre o tubo e a conexão, após a passagem do zarcão, faz-se a colocação da estopa ou da fita veda rosca;
- Após a preparação do tubo e da conexão, faz-se a junção dessas peças através de uma ferramenta de aperto. O aperto é muito importante para evitar vazamentos.

Alguns dos procedimentos podem ser exemplificados na Figura 4.

Figura 4 – Instalação do Aço com rosca



Fonte: Adaptado de Ridgid (2008)

O processo de junção por soldagem, para os tubos de aço carbono, é feito através da solda elétrica do tubo com a conexão ou tubo com tubo. O procedimento para execução de soldagem inclui: primeiro verifica-se o comprimento do trecho a ser instalado e é feito o corte do tubo de aço. Após o corte é feita a retirada das rebarbas. Para uma junção completa, as extremidades do tubo e da conexão devem estar limpas, a fim de reduzir as interferências no momento da soldagem. Com as peças já preparadas, elas são encaixadas e inicia-se o processo de soldagem com eletrodo revestido, penetrando por toda a junta (ESAB, 2003).

As tubulações em cobre no sistema de gás são instaladas através da soldagem. Este processo de junção se dá através da solda do tubo com a conexão. As ferramentas necessárias para o processo são: cortador, lixa, pasta para solda, maçarico e fio de solda. O procedimento para execução de soldagem deve-se executar as seguintes etapas (ELUMA, 2009):

- Preparar o tubo, cortando-o na medida necessária e, em seguida, deve-se utilizar o "escariador", acoplado à ferramenta de corte, para retirar as possíveis rebarbas que tenham ficado no tubo;
- Após o corte as peças devem ser preparadas para receber a solda. Com a lixa é feita a limpeza da bolsa da conexão e da superfície do tubo;
- O próximo passo é aplicar uma pasta específica para soldagem nas regiões que foram limpas (ponta do tubo e bolsa da conexão);
- Com o maçarico, o tubo e a conexão, já encaixados, são aquecidos. Sem a chama, o fio de solda, em estanho, é colocado em um ou dois pontos até que a solda derreta e corra em torno da junção, fazendo a completa vedação;
- A última etapa consiste em retirar o excesso de solda da junção entre o tubo e a conexão.

A Figura 5 apresenta uma sequência de execução das junções entre tubos e conexões de cobre através do processo de soldagem.

Figura 5 – Processo de instalação do cobre



Fonte: Adaptado de Eluma (2009)

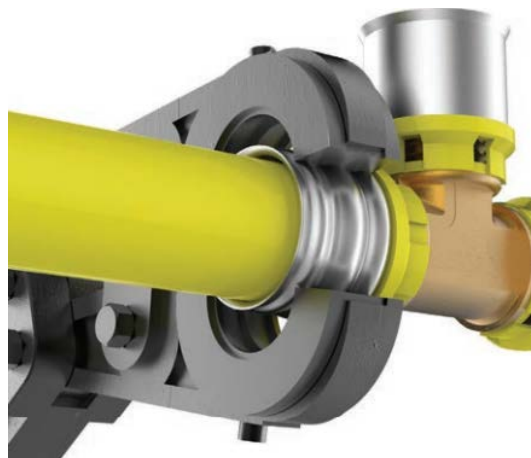
As tubulações em multicamada no sistema de gás podem ter junções de três maneiras diferentes, através de crimpagem, anel deslizante ou termofusão.

No processo de união por crimpagem é utilizado alicate crimpador para conformar o anel metálico da conexão ao tubo, dispensando o uso de adesivos. Para este tipo de união as principais ferramentas utilizadas são: o alicate cortador de tubos, o alicate crimpador e o calibrador/chanfrador. O processo ocorre da seguinte forma (TIGRE, 2014):

- Corta-se o tubo na medida necessária, o “chanfrador” é inserido na ponta do tubo até o limite da ferramenta, produzindo um chanfro na parte interna do tubo, facilitando a união;
- O tubo é colocado na ponta da conexão, de maneira que a ponta do tubo apareça no furo de checagem da conexão;
- Em seguida, para fixar a conexão ao tubo, o alicate crimpador é apertado na parte metálica. O alicate é fechado totalmente para garantir a estanqueidade da união.

A Figura 6 apresenta a etapa de crimpagem da conexão ao tubo.

Figura 6 – Processo de crimpagem de tubo multicamada



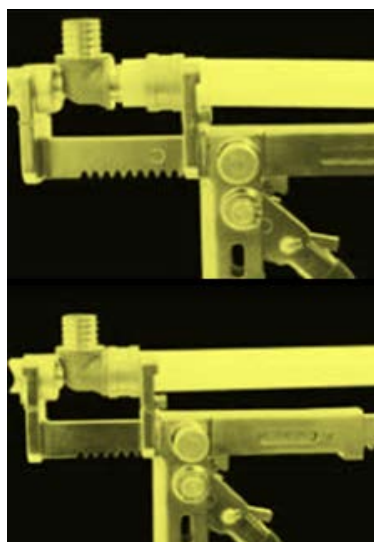
Fonte: Tigre (2014)

O processo de união por anel deslizante envolve as seguintes ferramentas: anel metálico, alicate alargador de tubos, alicate cortador de tubos e a ferramenta de montagem e desmontagem. O procedimento é feito conforme descrito a seguir (ASTRA, 2014):

- Encaixe-se o anel deslizante na extremidade do tubo;
- Com o auxílio do alicate alargador é criada uma bolsa no tubo para que a conexão consiga ser encaixada;
- A conexão metálica é introduzida na bolsa feita no tubo, deixando um espaço de dois milímetros entre a ponta do tubo e o final da conexão;
- Com o auxílio da ferramenta de montagem, o anel desliza sobre a bolsa e é pressionado até que ele sobreponha a união do tubo com a conexão.

A Figura 7 exemplifica o processo de deslizamento do anel sobre o tubo.

Figura 7 – Processo de junção com anel deslizante



Fonte: Astra (2014)

O processo de junção por termofusão para os tubos de multicamada é realizado da seguinte forma (TIGRE, 2012):

- Limpam-se os bocais da termofusora, o tubo e as conexões com um pano com álcool;
- O corte dos tubos é feito com tesoura para evitar rebarbas;
- Simultaneamente são introduzidos o tubo e a conexão em seus respectivos bocais, de forma perpendicular à placa termofusora;
- Depois de passado o tempo de fusão, as peças são retiradas da termofusora;
- Imediatamente é executada a junção entre o tubo e a conexão de forma alinhada (TIGRE, 2012).

A Figura 8 exemplifica o processo de junção por termofusão.

Figura 8 – Processo de junção por termofusão



Fonte: Tigre (2012)

5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O arranjo e as funções dos operários envolvidos puderam ser adquiridos através da análise das coletas de campo e das referências bibliográficas. Nas instalações hidráulicas a equipe é comumente formada por um oficial e um ajudante, com possibilidade de exceções, como, por exemplo, o prazo da obra que exija uma maior rapidez na execução e uma equipe formada por um oficial e um ajudante não atenda às necessidades.

No sistema de gás o oficial era o operário de maior importância, ele executava as principais atividades do serviço. O ajudante era responsável por tarefas como corte e lixamento das peças, transporte dos materiais no pavimento, além de auxiliar o oficial em seus afazeres (se preciso). A Tabela 1 exibe o tamanho da equipe observada nas obras visitadas, de acordo

com o serviço em estudo.

Tabela 1 – Organização do trabalho

Material	Técnica	N° de oficiais	N° de ajudantes	Total de operários envolvidos
Aço	Rosca	1	1	2
Aço	Solda	2	1	3
Cobre	Solda	1	1	2
Multicamada	Crimpagem	1	1	2
Multicamada	Anel deslizante	1	1	2
Multicamada	Termofusão	1	1	2

Fonte: Os autores

Conforme a Tabela 1 pode-se verificar que para a execução das tubulações em aço soldado são utilizados dois oficiais. Um desses oficiais é referente ao soldador, funcionário especializado para a execução da solda dos tubos e que se torna necessário na equipe por ter experiência na execução da solda elétrica.

6 PRODUTIVIDADE

A produtividade foi definida no sistema de gás através da aplicação das composições aferidas. Devido às dificuldades diferenciadas para cada parte do sistema (variação do número de conexões por metro linear de instalação, acessibilidade, posição de montagem e diâmetros de tubos), a análise foi feita separadamente em subgrupos (prumada e ramal). A prumada é o trecho referente às tubulações verticais que saem do pavimento de fornecimento de gás e chegam até o pavimento de consumo. Os ramaís tratam-se das tubulações que partem da prumada e chegam até o ponto de utilização final.

Além disso, foram analisadas as dificuldades de instalação para cada grupo de conexão, são eles: dois acessos alinhados (2AA, por exemplo: luva), dois acessos inclinados (2AI, por exemplo: cotovelo 90°) e conexões com três acessos (3A, por exemplo: tê).

Os dados dispostos na Tabela 2 foram separados de acordo com seu material em ramaís de gás. A Razão Unitária de Produção (RUP) refere-se à produtividade da equipe como um todo, onde se soma os coeficientes de produtividade de cada funcionário envolvido na equipe, de acordo com a Tabela 1 apresentada no item anterior.

As análises do grupo de multicamada ainda não foram concluídas.

Tabela 2 – Produtividade em ramaís de gás

Material	Técnica	Razão Unitária de Produção (RUP) - ramaís de gás							
		Hh/m tubo		Hh/ conexão 2AA		Hh/ conexão 2 AI		Hh/ conexão 3 A	
		1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"	1/2"	3/4"
Aço	Rosca	0,346	0,594	0,346	0,594	0,518	0,890	0,692	1,186

Aço	Solda	0,342	0,588	0,342	0,588	0,516	0,882	0,687	1,176
Cobre	Solda	0,330	0,566	0,296	0,508	0,446	0,762	0,594	1,018

Fonte: Os autores

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos para instalações de prumadas de acordo com o material e técnica utilizados.

Tabela 3 – Produtividade em prumadas de gás

Material	Técnica	Razão Unitária de Produção (RUP) – prumadas de gás							
		Hh/m tubo		Hh/ conexão 2AA		Hh/ conexão 2 AI		Hh/ conexão 3 A	
		2"	2 1/2"	2"	2 1/2"	2"	2 1/2"	2"	2 1/2"
Aço	Rosca	0,956	1,040	1,290	1,404	1,934	2,104	2,580	2,806
Aço	Solda	1,134	1,257	1,533	1,695	2,298	2,544	3,066	3,393
Cobre	Solda	0,188	0,222	0,254	0,300	0,380	0,450	0,506	0,600

Fonte: Os autores

Conforme as Tabelas 2 e 3, é possível observar que quanto menor o diâmetro menor a RUP, ou seja, diâmetros maiores demandam mais tempo de execução do que diâmetros menores. Com relação ao tipo de tubo verifica-se que o cobre é mais fácil do que o aço e dentro das técnicas utilizadas para as instalações de aço, a rosca demanda mais tempo de execução do que a solda.

Comparando as conexões, a análise envolveu o estudo das dificuldades de instalação de cada tipo de peça. Estas dificuldades foram determinadas através de pesos (quanto maior significa mais difícil ou mais esforço para execução) que classificam cada tipo de conexão, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Ponderação das conexões

Conexão	Encaixe inicial	Encaixes posteriores	Direções diferentes para os encaixes posteriores	Peso conexão
2AA	1	1	0	2
2AI	1	1	1	3
3A	1	2	1	4

Fonte: Os autores

Com base nos pesos das conexões, as RUPs puderam ser determinadas aplicando a ponderação (peso da conexão mais presente na instalação dividido pelo peso de cada conexão).

Apesar de não ter o estudo do grupo de tubos em multicamada, tem-se uma ideia, através dos dados já levantados em obra e das pesquisas bibliográficas, de que ele apresenta uma redução no consumo de conexões, item muito impactante na produtividade de uma equipe.

7 CONCLUSÃO

Após a análise dos materiais citados neste artigo, conclui-se que a escolha de qual material utilizar para tubulações de gás envolve não só a produtividade da mão-de-obra, como também as técnicas que serão aplicadas e a organização do trabalho para se aliar ao cronograma e aos prazos da obra.

O entendimento das produtividades em cada trecho da instalação aqui apresentados, prumada e ramal, auxilia não só a definição de qual material é mais eficiente relacionado à execução como também impacta na avaliação de custos e dimensionamento de equipe para que o conjunto total dos itens esteja em concordância com o que o cliente espera ter como resultado final.

Desta forma, acredita-se que este estudo possa, além de colaborar na definição dos materiais e métodos a serem utilizados, auxiliar a contratação de mão-de-obra na execução de instalações de tubulações de gás e ampliar as referências de produtividade deste serviço e contribuir positivamente para a melhor gestão das atividades relacionadas a ele.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15526**: Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 2012a.

ASTRA. **Manual Técnico**. Sistemas Hidráulicos, Jundiaí, SP, jun. 2014. Disponível em: <<http://www.astra-sa.com.br/arquivos/pdf%5Cmanual-tecnico-astrapex.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

COMGÁS. **RIP Regulamento de Instalações Prediais - Gás**, São Paulo, SP, out. 2009. Disponível em: <<http://www.comgas.com.br/pt/Documents/RIP%202009.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

ELUMA. **Tubos e Conexões de Cobre**. Catálogo Técnico, jan. 2009. Disponível em: <http://www.cfg.com.br/up_catalogos/Eluma_-_2009.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2016.

ESAB. **Soldagem de Tubulações**. 18 mar. 2003. Disponível em: <http://www3.esab.com.br/literatura/apostilas/Apostila_Soldagem_de_Tubulacoes.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2016.

GAZETA DO POVO. **Migração para gás natural impulsiona expansão da rede em Curitiba**. 4 abr. 2015. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/imoveis/migracao-para-gas-natural-impulsiona-expansao-da-rede-em-curitiba-c44vmscpmo2eh1lsu8p33ojh6>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

RIDGID. **Instalações de Tubos de Aço**. Catálogo Técnico, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.portalridgid.com.br/suporte/catalogos/InstalacoesTubosAco.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

TÉCHNE. **Instalações Hidráulicas**. Mar. 2009. Disponível em: <
<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/144/ipt-responde-tubulacao.aspx>>.
Acesso em: 19 abr. 2016.

TIGRE. **Alpex Gás Tigre**. Catálogo Técnico, Joinville, SC, 3 nov. 2014. Disponível em: <
http://www.tigre.com.br/_upload/catalogo_tecnico/20140527142804.pdf>. Acesso
em: 14 abr. 2016.

TIGRE. **Orientações Técnicas sobre Instalações de Termofusão**. Catálogo Técnico,
Joinville, SC, jul. 2012. Disponível em: <
http://www.tigre.com.br/_upload/catalogo_tecnico/20121008163551.pdf>. Acesso
em: 15 abr. 2016.