

## **P206 – Execução de Ramais por Furo Direcional, nos Segmentos Residencial e Comercial - Ciclo P&D 2016/2017**

Ingred Ely Lenzi<sup>1</sup>, Danilo Luiz Cherutti Pinto<sup>1</sup>, Marcos Paulo Feijó<sup>1</sup>, Ricardo Altmann<sup>2</sup>, Victor Monte Verde Romão<sup>2</sup>, Humberto Farina<sup>3</sup>, Fernanda Zapata<sup>3</sup>

1 COMGÁS

2 Lunica Consultoria

3 InPrediais

**Resumo** – O projeto estudou metodologias e processos atualizados para execução de ramais com processos construtivos não destrutivos. Após estudo inicial das alternativas tecnológicas, houve a seleção e compra de um conjunto de equipamentos e ferramentas que foram, posteriormente, testados no Centro de Treinamento da COMGÁS, em Campinas. Durante os testes foram realizadas diversas medições e, com base nos resultados obtidos além da pesquisa de campo do processo operacional atual, realizou-se uma análise de viabilidade econômico-financeira do novo método construtivo proposto para ramais de gás. A viabilidade se mostrou desafiadora, nas condições econômicas atuais, para ramais TER, mas potencial bastante maior de viabilização, uma vez dominada a tecnologia, para execução de ramais em escala, como na categoria VAREJO (conforme nomenclatura da Comgás).

Palavras-chave: execução de ramal; gás natural; keyhole; processo construtivo não destrutivo

### **Introdução**

A metodologia atual de execução de ramais da COMGÁS utiliza processos pouco sofisticados e com procedimentos, em sua maioria, manuais, demandando uma dedicação homem-hora elevada. Essas características, em conjunto com os avanços tecnológicos, trazem questionamentos quanto à possibilidade de melhoria do processo de execução de ramais de gás, gerando demanda para um estudo sobre o assunto. Este trabalho tem como objetivo identificar as metodologias e tecnologias mais modernas para a execução de ramais de gás, selecionar a mais interessante do ponto de vista de custo-benefício esperado, comprar os equipamentos necessários, testar o método e realizar uma análise de viabilidade econômico-financeira com base nos resultados obtidos. A metodologia de trabalho, do ponto de vista técnico, consistiu em analisar modelos internacionais (tecnologias, equipamentos e fabricantes) e as normas nacionais (de aspectos construtivos e de circulação de equipamentos/ caminhões pela cidade), além da concepção de um campo de testes e acompanhamento da execução dos mesmos. Do ponto de vista de viabilidade financeira, foram realizadas análises comparativas dos custos esperados pela COMGÁS para a

execução da demanda de novos ramais segundo o processo atual (considerando a produtividade e os custos de uma equipe típica) e segundo o processo novo (segundo a produtividade e os custos estimados de acordo com os resultados dos testes), confrontando o a redução de custos operacionais com o processo novo com os investimentos necessários em equipamentos e ferramentas.

### **Desenvolvimento**

#### *A. Mapeamento de Tecnologias*

Inicialmente, explorou-se quais tecnologias para a execução de ramais de gás estão sendo utilizadas internacionalmente, com foco na tecnologia Horizontal Directional Drilling (demanda inicial do projeto), que permite correções de rota ao longo da perfuração. Paralelamente a isso, nessa etapa também foram realizadas visitas para compreensão do processo atual da COMGÁS para a execução de ramais (TER e VAREJO). Com base nessa compreensão do processo atual e na pesquisa de tecnologias disponíveis, identificou-se uma série de possibilidade para a melhoria do processo de execução de ramais da COMGÁS, compreendendo não apenas a etapa de perfuração (como idealizado inicialmente), mas

todas as etapas de execução de um ramal. Dentre as diversas tecnologias levantadas e

documentadas, selecionou-se o processo maior impacto.

Esse processo engloba diversos equipamentos e ferramentas, indo desde a quebra do asfalto menos invasiva possível até a conexão do ramal de gás executada com ferramentas longas de forma externa à vala, resultando em um processo com menor intervenção à via e potencialmente mais rápido.



### B. Aquisição dos Equipamentos e Testes

Identificadas e selecionadas as tecnologias, iniciou-se o processo de aquisição dos equipamentos e ferramentas. O processo de aquisição foi constituído por diversas reuniões e cotações com potenciais fornecedores, seleção dos equipamentos e ferramentas (levando em consideração aspectos como preço, assistência e performance), aprovação interna na área de compras da COMGÁS e

processo de importação, tomando bastante tempo para ocorrer.

Paralelamente ao tempo de importação de equipamentos e ferramentas, foram realizados estudos de normas de tráfego urbano, para o projeto e execução de um caminhão adaptado, para transporte, manuseio dos equipamentos e otimização do novo processo. Além disso, houve o planejamento e preparação do local de testes (no Centro de Treinamento da COMGÁS em Campinas), incluindo a construção de uma

plataforma para simular uma vala circular para a conexão do ramal externa à vala.



**Figura 3** – Caminhão Adaptado “Keyhole”



**Figura 4** – Plataforma para Conexão Simulada

Também houve o treinamento de equipes da COMGÁS (prévio aos testes, com uma equipe menor na sede TT Technologies na Alemanha, e durante os testes, com uma equipe maior no Centro de Treinamento em Campinas). Organizados os testes, a infraestrutura necessária e realizados os treinamentos, foram executados os testes:



**Figura 5** – Teste no Centro de Treinamento



**Figura 6** – Teste no Centro de Treinamento



**Figura 7** – Teste no Centro de Treinamento



**Figura 8** – Teste no Centro de Treinamento



**Figura 9** – Teste no Centro de Treinamento

### C. Análise de Viabilidade Econômico-Financeira do Processo “Keyhole”

Com base nos diferentes tipos de construção de ramais identificados, em sua distribuição histórica e nos tempos médios estimados para cada etapa de execução, foi estimado a produtividade média de ramais TER por equipe típica, para o processo atual e para o novo processo:

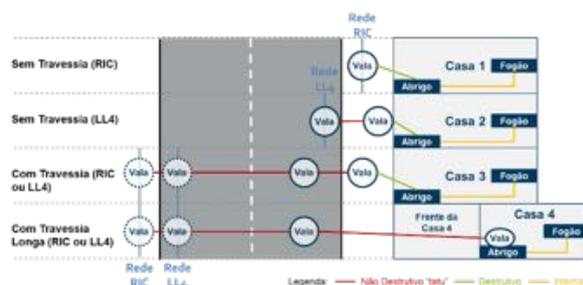


Figura 10 – Tipos de Construção de Ramais

Tabela 1 – % de incidência de cada situação

Situação	Sem Travessia (RIC)	Sem Travessia (LL4)	Com Travessia	Com Travessia Longa
Incidência	44,38%	25,47%	15,67%	14,48%

Sem Travessia (RIC): 242 min – 4,0 horas



Figura 11 – Exemplo de Processo (com tempos)

Tabela 2 – Tempos Estimados para as Tarefas do Processo de Execução de Ramal Atual (com base nas visitas às obras)

Tarefas Processo Atual	Duração (min)
Deslocamento até Obra	90
Estacionar, realizar preparativos (Sinalizar Obra e posicionar britadeira)	30
Quebrar asfalto com britadeira	12
Realizar escavação com pá	80
Posicionar Tatu	5
Realizar furo subterrâneo (ida) - Sem Travessia (LL4)	20
Volta do furo subterrâneo, com passagem de tubulação - Sem Travessia (LL4)	10
Realizar furo subterrâneo (ida) - Com Travessia ou Travessia Longa 1º e 2º furo	40
Volta do furo subterrâneo, com passagem de tubulação - Com Travessia ou Travessia Longa 1º e 2º	20
Realizar furo subterrâneo (ida) - Com Travessia 2º e 3º furo	20
Volta do furo subterrâneo, com passagem de tubulação - Com Travessia 2º e 3º furo	10
Realizar furo subterrâneo (ida) - Com Travessia Longa 2º e 3º furo	40
Volta do furo subterrâneo, com passagem de tubulação - Com Travessia Longa 2º e 3º furo	20
Preparativos para conexão (solda e ferramentas)	10
Realizar Conexão (método atual)	60
Realizar Testes Conexão	40
Realizar Recomposição (processo atual)	20

Tabela 3 – Tempos Estimados para as Tarefas do Processo de Execução de Ramal Novo (com base nos testes)

Tarefas Processo Novo	Duração (min)
Deslocamento até Obra	90
Estacionar, realizar preparativos (Sinalização Obra)	20
Posicionar Core Drill	5
Realizar furo Core Drill	10
Posicionar Sucção Vácuo	5
Realizar Sucção Vácuo	30
Posicionar PIT K	10
Iniciar furo direcional (ida) - Sem Travessia (LL4)	16
Volta do furo direcional, com passagem da tubulação - Sem Travessia (LL4)	8
Iniciar furo direcional (ida trecho 1º e 2º) - Com Travessia ou travessia Longa	32
Volta do furo direcional (trecho 1º e 2º furo), com passagem da tubulação - Com Travessia ou Travessia Longa	16
Iniciar furo direcional (ida trecho 2º e 3º) - Com Travessia	16
Volta do furo direcional (trecho 2º e 3º furo), com passagem da tubulação - Com Travessia	8
Iniciar furo direcional (ida trecho 2º e 3º) - Com Travessia Longa	32
Volta do furo direcional (trecho 2º e 3º furo), com passagem da tubulação - Com Travessia Longa	16
Preparativos para conexão (solda e ferramentas)	10
Realizar Conexão (método keyhole)	60
Realizar Testes Conexão	40
Realizar Recomposição (reutilizando bolacha). Engloba preparação de argamassa.	25

Tabela 4 – Produtividades médias/equipe (TER)

Ramais TER	nº ramais/equipe/dia médio Atual	1,06
	nº ramais/equipe/dia médio Novo	1,27

Essas produtividades levam em consideração quando a jornada máxima de trabalho da equipe e quando é possível realizar mais de 1 ramal no mesmo dia. Como para ramais VAREJO são realizados múltiplos ramais em paralelo com uma mesma equipe, o seu processo é muito complexo. Assim, considerou-se uma melhora na produtividade igual a de ramais TER:

Tabela 5 – Produtividades médias/equipe (TER)

Ramais Varejo	nº ramais/equipe/dia médio Atual	4,00
	nº ramais/equipe/dia médio Novo	5,13

Assim, considerando-se a diferença de custos operacionais dado o aumento na produtividade, a demanda esperada, a diferente composição de funcionários, veículos, equipamentos e ferramentas por equipe, os diferentes custos de recomposição do asfalto, entre outros, e o CAPEX necessário para a compra dos equipamentos e ferramentas, obteve-se os seguintes resultados para a Contratada em um cenário com a demanda completa para os próximos 5 anos de ramais Varejo sendo executada segundo o processo novo:

**Tabela 6 – Principais Resultados Ramais Varejo**

Processo Atual		Processo Novo	
VPL (taxa de desconto 10%)	R\$ 6.481,20	TIR	9,07%
		Payback	4,4
		Exposição Máxima	-R\$ 11.088,26
		VPL (taxa de desconto 10%)	-R\$ 185,58

**Tabela 7 – Sensibilidade Payback para Ramais Varejo (Produtividade x % de desconto no CAPEX)**

Sensibilidade do Payback Legenda: > 5 anos 3 anos < x < 5 anos < 3 anos

Payback (anos)	n° médio de ramais/equipédia										
	4,1	4,3	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,1
7,5%	-	-	-	-	-	-	4,9	4,6	3,8	2,9	2,9
10,0%	-	-	-	-	-	-	4,7	4,4	3,6	2,9	2,8
12,5%	-	-	-	-	-	-	4,5	4,2	3,5	2,8	2,7
15,0%	-	-	-	-	-	-	4,3	4,0	3,3	2,7	2,6
17,5%	-	-	-	-	-	-	4,1	3,8	3,1	2,6	2,6
20,0%	-	-	-	-	-	-	3,9	3,6	2,9	2,6	2,6
22,5%	-	-	-	-	-	-	3,7	3,4	2,7	2,6	2,6
25,0%	-	-	-	-	-	-	3,5	3,2	2,6	2,5	2,4
27,5%	-	-	-	-	-	-	3,3	3,0	2,5	2,4	2,3
30,0%	-	-	-	-	-	-	3,1	2,8	2,4	2,3	2,2
32,5%	-	-	-	-	-	-	2,9	2,6	2,3	2,2	2,2

**Tabela 8 – Sensibilidade VPL para Ramais Varejo (Produtividade x % de desconto no CAPEX)**

Sensibilidade VPL (taxa de desconto 10%)

VPL em mil R\$ (taxa de desconto 10%)	n° médio de ramais/equipédia										
	4,1	4,3	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,1
7,5%	-19.345,38	-16.215,00	-12.945,61	-7.272,40	-5.772,02	-3.421,43	-2.270,48	-1.143,38	1.248,96	2.014,52	2.650,45
10,0%	-18.353,40	-13.279,38	-11.122,98	-6.404,61	-4.922,37	-2.842,50	-1.692,10	-570,61	1.784,44	2.548,30	3.180,66
12,5%	-17.961,48	-12.343,02	-10.199,05	-5.641,91	-4.472,62	-2.801,50	-1.513,88	-1,78	2.300,02	3.081,60	3.710,86
15,0%	-16.369,43	-11.401,08	-9.275,71	-4.967,18	-3.934,78	-1.816,09	-532,53	574,33	2.895,60	3.615,24	4.241,00
17,5%	-15.377,45	-10.470,04	-8.352,08	-4.382,04	-3.347,13	-1.229,41	48,79	1.146,00	3.301,18	4.148,68	4.771,30
20,0%	-14.385,46	-9.534,80	-7.438,46	-3.792,38	-2.781,79	-55,53	630,11	1.718,47	3.626,75	4.682,12	5.301,91
22,5%	-13.393,48	-8.598,66	-6.504,82	-3.271,61	-2.198,07	-56,04	1.211,43	2.292,04	4.462,33	5.215,55	5.831,72
25,0%	-12.401,50	-7.662,52	-5.581,19	-2.695,32	-1.634,40	926,69	1.792,74	2.964,61	4.937,91	5.748,99	6.361,92
27,5%	-11.409,51	-6.726,38	-4.693,60	-2.052,85	-1.070,72	1.117,33	2.374,06	3.437,18	5.533,49	6.281,43	6.902,14
30,0%	-10.417,53	-5.790,10	-3.820,38	-1.420,47	-597,04	1.704,02	2.950,38	4.009,75	6.089,07	6.815,41	7.422,35
32,5%	-9.425,55	-4.853,81	-3.020,38	-788,04	-308,64	2.290,70	3.536,70	4.582,32	6.604,65	7.349,91	7.952,56

Legenda: Negativo < 90% do Atual 90 % do Atual < x < 110% do Atual > 110% do Atual

Os resultados e sensibilidades acima demonstram que, para ramais Varejo, o cenário base não apresenta um bom resultado, mas que há um bom potencial para se atingir bons resultados através da redução do CAPEX investido via negociações com o fornecedor ou nacionalização das tecnologias ou através de uma produtividade maior que a estimada. Além dessas sensibilidades, foram realizadas sensibilidades em relação ao preço de aluguel da sucção a vácuo/mês (já que não se optou pela compra, considerando-se o procedimento como um serviço), do custo de argamassa por furo e do custo com serra diamantada, dado o impacto dessas variáveis no resultado, corroborando para o potencial resultado positivo do processo novo.

Também foi realizado o mesmo estudo e sensibilidades para um cenário com entrada gradual e aquisição dos equipamentos pela COMGÁS. Nesse cenário a COMGÁS pagaria um valor menor por cada ramal, tendo um desconto equivalente à 80% da redução de custo operacional entre o processo novo e o processo atual, ficando os 20% restantes com a contratada. Porém, dada a não otimização de equipes em uma entrada gradual da nova tecnologia, essa redução de custos operacionais é menor do que o esperado nesse cenário, devendo-se ter atenção para se atingir um bom equilíbrio entre as partes interessadas.

As mesmas análises foram feitas para ramais TER, porém, com resultados negativos,

uma vez que não há a otimização do uso do equipamento, ficando o mesmo muito tempo sem operação ou em transporte.

## Resultados

Do ponto de vista técnico, o novo processo apresenta diversas melhorias em relação ao anterior, sendo uma solução menos impactante para a cidade pelo menor impacto no asfalto. Além disso, os equipamentos se comportam de forma mais assertiva e confiável, com menor variação de tempo ou necessidade de retrabalhos. O novo processo também apresenta melhorias nas condições de trabalho, sem necessidade de funcionários dentro de valas, e uma potencial melhora na imagem da COMGÁS frente os seus clientes.

Do ponto de vista econômico, o novo processo apresentou resultados interessantes nas análises de viabilidade, com um bom potencial para a execução de ramais Varejo. No entanto, esses resultados dependem de muitas variáveis ainda incertas, como o melhor modelo de contratação, produtividade, serviço de escavação a vácuo, possibilidade de nacionalização ou redução do CAPEX, entre outros. Já para ramais TER o novo processo demonstrou-se inviável a princípio.

## Conclusões e Contribuições

O novo processo estudado tem potencial para revolucionar a forma como os ramais de gás são realizados. Mas, para isso, é necessário avançar no aprendizado sobre o processo, se aprofundando na compreensão de aspectos técnicos (como a compactação e a recomposição com reutilização da bolacha), no formato de contratação e no desenvolvimento de parcerias (tanto para prestação do serviço de escavação a vácuo como de fornecedores de equipamentos).

## Principais Referências

ABRATT (2017,2018), **Associação Brasileira de Tecnologias não Destrutivas**. Disponível em: <<http://www.abratt.org.br/>>. Acesso em 2017 e 2018.

UTILICOR. **Rotary Coring Equipment Series 500 - Operations Manual V5.6**. Utilicor Technologies inc. Toronto, Ontario, Canada, 2012.

TRACTO-TECHNIK. **Keyhole Technology – House connections installed with minimal invasion using the trenchless method**.