

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Departamento de Engenharia de Minas
Curso de Especialização em Engenharia de Recursos Minerais

Davidson Linhares Espindola da Silva

**ANÁLISE QUALITATIVA DE RESULTADOS GEOQUÍMICOS EM
AMOSTRAS DE FUROS GÊMEOS DE SONDAGENS ROTATIVAS
DIAMANTADAS E SONDAGENS ROTOPERCUSSIVAS EM CIRCULAÇÃO
REVERSA EM DEPÓSITO DE MINÉRIO DE FERRO**

Belo Horizonte

2025

Davidson Linhares Espindola da Silva

**ANÁLISE QUALITATIVA DE RESULTADOS GEOQUÍMICOS EM
AMOSTRAS DE FUROS GÊMEOS DE SONDAGENS ROTATIVAS
DIAMANTADAS E SONDAGENS ROTOPERCUSSIVAS EM CIRCULAÇÃO
REVERSA EM DEPÓSITO DE MINÉRIO DE FERRO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia de Recursos Minerais como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Engenharia de Recursos Minerais.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Alves Campos

Belo Horizonte

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MINAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE RECURSOS MINERAIS

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MONOGRAFIA/ARTIGO

Aos vinte e oito dias do mês de junho do ano de dois mil e vinte e cinco, às 08h:20, o estudante Davidson Linhares Espindola da Silva, matrícula 20239662332, defendeu o Trabalho intitulado "ANÁLISE QUALITATIVA DE RESULTADOS GEOQUÍMICOS EM AMOSTRAS DE FUIROS GÊMEOS DE SONDAGENS ROTATIVAS DIAMANTADAS E SONDAGENS ROTOPERCUSSIVAS EM CIRCULAÇÃO REVERSA EM DEPÓSITO DE MINÉRIO DE FERRO".

Participaram da banca examinadora os professores abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar, assinam eletronicamente a presente ata.

Nota: 79

Situação: Aprovado

Orientador: Professor Pedro Henrique Alves Campos

Examinadora: Professora Débora Silvano Moreira

Examinador: Professor Leandro de Azevedo da Silva



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Henrique Alves Campos, Professor do Magistério Superior**, em 16/09/2025, às 13:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Azevedo da Silva, Usuário Externo**, em 16/09/2025, às 15:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Débora Silvano Moreira, Professor(a)**, em 18/09/2025, às 11:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho
aos meus pais e esposa.*

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio e incentivo de pessoas especiais, a quem expresso minha mais profunda gratidão.

A minha esposa, Tânia, pelo amor, paciência e apoio incondicional em todos os momentos. Sua presença e incentivo foram fundamentais nesta caminhada.

A minha mãe, Beatriz, pelo carinho, dedicação e ensinamentos que me guiaram ao longo da vida. Ao meu pai, Ernando (*in memoriam*), por todo o legado de esforço, trabalho e valores que carrego comigo.

Ao diretor Marsol, pelo suporte e oportunidades concedidas durante o desenvolvimento deste trabalho.

A toda equipe de campo responsável pela perfuração e amostragem, aos Geólogos Guilherme, Marcelo e Antônio, sem a contribuição de vocês este trabalho não seria possível.

Aos Geólogos Raul e Adriana, pelas contribuições e por todo o conhecimento compartilhado.

Ao meu professor orientador, Pedro Campos, pela orientação, paciência e valiosas contribuições acadêmicas, fundamentais para a concretização desta pesquisa.

Ao grupo Geopar, pela parceria, suporte técnico e colaboração essencial na execução deste estudo.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero muito obrigado.

RESUMO

A escolha do método de sondagem é um fator determinante na exploração mineral, pois influencia diretamente a qualidade das amostras, o tempo de execução e os custos operacionais. Este estudo compara os resultados geoquímicos obtidos por sondagem rotativa diamantada (DDH) e sondagem rotopercussiva por circulação reversa (RC) em uma campanha de exploração *brownfield* de minério de ferro. A análise baseou-se em dados de furos gêmeos, utilizando estatística bivariada, gráficos de dispersão e *boxplots* para avaliar a correlação e a variabilidade entre os métodos. Os resultados mostraram uma correlação moderada entre os métodos com fatores de correlação r próximos a 0,78. No entanto, verificou-se que grande parte das diferenças nos teores químicos estava associada à variabilidade lateral do depósito, e não necessariamente às técnicas de sondagem e amostragem. Após a exclusão dos intervalos com diferenças litológicas significativas, a correlação entre os métodos aumentou, alcançou um fator de 0,95 para ferro e alumina, enquanto elementos como sílica e matéria orgânica (LOI) apresentaram sutilmente menor correlação. Adicionalmente, foram utilizados gráficos *boxplots* para visualizar a distribuição dos teores de ferro, alumina, sílica e LOI, permitindo identificar discrepâncias, assimetrias e possíveis valores extremos (*outliers*) associados a cada técnica. Essa abordagem complementou a análise de dispersão e ajudou a interpretar a influência da variabilidade litológica nos resultados. Os resultados indicam que, quando utilizados corretamente e dentro do mesmo contexto litológico, ambos os métodos podem fornecer resultados confiáveis, tornando a sondagem RC uma alternativa economicamente viável para campanhas exploratórias. No entanto, é essencial um controle rigoroso da variabilidade geológica e da preparação das amostras para garantir maior confiabilidade nos modelos geoquímicos.

Palavras-chave: sondagem diamantada; sondagem RC; minério de ferro; amostragem; geoquímica; geoestatística.

ABSTRACT

The choice of drilling method is a determining factor in mineral exploration, as it directly influences sample quality, execution time, and operational costs. This study compares the geochemical results obtained by diamond drill core sampling (DDH) and reverse circulation percussion drilling (RC) in a brownfield iron ore exploration campaign. The analysis was based on twin-hole data, using bivariate statistics, scatter plots, and boxplots to assess the correlation and variability between the methods. The results showed a moderate correlation between the methods with correlation coefficients (r) close to 0.78. However, it was observed that much of the differences in chemical grades were associated with lateral variability of the deposit, and not necessarily the drilling and sampling techniques. After excluding intervals with significant lithological differences, the correlation between the methods increased, reaching a coefficient of 0.95 for iron and alumina, while elements such as silica and loss on ignition (LOI) presented lower correlation. Additionally, boxplots were used to visualize the distribution of iron, alumina, silica, and LOI grades, allowing the identification of discrepancies, asymmetries, and possible outliers associated with each technique. This approach complemented the scatter plot analysis and helped interpret the influence of lithological variability on the results. The findings indicate that, when used correctly and within the same lithological context, both methods can provide reliable results, making RC drilling an economically viable alternative for exploration campaigns. However, strict control of geological variability and sample preparation is essential to ensure greater reliability in geochemical models.

Keywords: diamond drilling; RC drilling; iron ore; sampling; geochemistry; geostatistics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Barrilete wireline, Fonte: Alves 2015.....	15
Figura 2 - Comparativo entre o martelo DTH e o Martelo RC. Fonte: Contribuição do autor.....	17
Figura 3 - Martelo RC Montado e explodido. Fonte: Geosedna Perfurações Especiais S/A.....	18
Figura 4 - Fluxo de amostras dentro de um ciclone convencional. Fonte: Contribuição do autor.....	18
Figura 5 - Tipos de Ciclones: a) Ciclone convencional; b) <i>Rotary Splitter</i> ; c) <i>Riffle Splitter</i> . Fonte: Geosedna Perfurações Especiais S/A.	19
Figura 6 – Exemplo de uma praça de sondagem RC. Fonte: Geosedna Perfurações Especiais S/A.....	22
Figura 7: Gráficos boxplots dos elementos analisados.....	22
Figura 8 - Gráficos de dispersão e valores do coeficiente de correlação r.	24
Figura 9 - Distância entre os furos: 6.81 metros. As linhas em vermelho mostram o mesmo intervalo amostral. À esquerda, o furo DDH evidenciando o granito. À direita, no furo RC, evidenciando o colúvio.....	25
Figura 10 – Distância entre os Furos: 2,61 metros. As linhas em vermelho mostram o mesmo intervalo amostral. A figura abaixo mostra o intervalo de 15 ao 18 na caixa RC, com aumento no intervalo amostrado para melhor visualização do jaspilito.....	26
Figura 11 - amostras DDH e RC, intervalo amostral 18 a 21 m. Distância entre os furos: 3,47m. Par STC STC-FD20335 e STC-RC00335. As linhas em vermelho mostram o mesmo intervalo amostral. A figura abaixo mostra o furo DDH evidenciando o colúvio granítico. À direita, no furo RC interceptando um colúvio de minério.....	27

Figura 12 - Gráficos boxplots tratados. 28

Figura 13 - Gráficos de dispersão tratados. 29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Distância entre os furos gêmeos	21
---	----

LISTA DE ANEXO

Anexo 1	34
---------------	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVO.....	13
2.1 Objetivos específicos.....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1 Sondagem DDH.....	14
3.2 Sondagem RC.....	16
4. METODOLOGIA	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
6. CONCLUSÕES.....	30
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	32
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
9. ANEXOS.....	34

1. INTRODUÇÃO

Selecionar os métodos de perfuração apropriados para uma campanha de sondagem é imprescindível para obtenção do resultado desejado. A escolha por um ou mais métodos depende de vários fatores como o tipo de informação desejada, tempo, limitações ambientais, profundidade e ângulo da perfuração, qualidade da amostra e principalmente, o custo.

No contexto da exploração mineral, a sondagem diamantada testemunhada e a sondagem rotopercussiva por circulação reversa (RC) são as mais utilizadas, pois ambos os métodos são utilizados para a obtenção de resultados de qualidade. Neste trabalho, analisaremos a definição, os mecanismos, as vantagens, as aplicações e limitações de cada um. Além disso, iremos analisar os resultados geoquímicos das amostras de ambos os métodos em uma campanha de exploração *brownfield* de minério de ferro, visando traçar uma comparação completa.

Em uma campanha de pesquisa mineral onde necessita-se de um trabalho intenso de sondagens no intuito de caracterizar o corpo de minério e a distribuição espacial dos teores, o controle dos custos é uma meta perseguida constantemente pelos prospectores (AJUB; CINTRA; STURARO, 2003). No cenário atual, há uma variação muito grande de valores praticados entre estes tipos de sondagens, sendo o método de sondagem RC cerca de 40% menos custoso em relação a sondagem rotativa testemunhada diamantada.

A campanha de sondagem, o planejamento de amostragem e as análises químicas foram executadas pelo grupo GEOPAR. Este estudo está relacionado ao projeto Soluções Integradas do portfólio da GEOPAR, que contempla a execução da sondagem, atividades de galpão, preparação física e análise química. A execução do projeto envolveu três empresas, a Geosol, Geosedna e SGS-Geosol.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar os métodos de sondagem diamantada rotativa testemunhada e sondagem RC, ressaltando as vantagens e desvantagens de cada método, como também analisar e comparar os resultados analíticos das amostras dos furos gêmeos provenientes das duas técnicas de sondagens em uma mina de ferro.

2.1 Objetivos específicos

- Descrever as principais características operacionais dos métodos de sondagem DDH e RC.
- Identificar as vantagens e limitações de cada técnica no contexto da mineração de ferro.
- Avaliar a representatividade e a qualidade das amostras obtidas por meio dos dois métodos.
- Comparar estatisticamente os resultados geoquímicos (Fe, Al₂O₃, SiO₂ e LOI) entre os furos gêmeos.
- Verificar a influência da variabilidade litológica na correlação dos resultados entre DDH e RC.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste trabalho dois tipos de sondagem são comparados, a sondagem rotativa diamantada, também conhecida como DDH (*Diamond Drill Hole*) e a Sondagem RC.

3.1 Sondagem DDH

A sondagem rotativa testemunhada diamantada é um método de pesquisa que consiste em um conjunto motomecanizado destinado a perfuração de maciços rochosos e obtenção de amostras de materiais rochosos e/ou solos de formato cilíndrico, chamadas de testemunho. A sondagem diamantada utiliza coroas diamantadas, mas em situações especiais pode ser usado coroas de vídea quando a perfuração ocorrer em solo e não houver necessidade de amostragem de testemunhos (ABGE 104/2023).

O método é reconhecido por fornecer amostras contínuas das rochas e serve tanto para identificação litológica, como para diversos ensaios, como RQD (*Rock Quality Designation*), condutividade hidráulica, caracterização tecnológica e mecânica, dentre outros (ABGE 104/2023). Os furos diamantados podem ser verticais ou inclinados e com profundidades variando de alguns metros até mais de 2000 metros.

Neste método as rochas/solos são cortadas segundo uma sessão circular, pelo movimento de rotação de uma peça cortante, em geral uma coroa cravejada de diamantes sintéticos de alta qualidade, de formato circular, conhecida no mercado como coroa diamantada. A rotação da coroa em alta velocidade, corta a rocha separando um cilindro do material penetrado do restante da rocha (Bourgoyne, *et al.*, 1986), fazendo com que todo o material perfurado fique retido em um tubo interno do barrilete (Alves, 2015) e é retirado quando se completa a capacidade do barrilete. O barrilete pode ter diversos tamanhos, os mais comuns variam de 1 a 3 metros e a escolha do seu tamanho depende majoritariamente do tipo de material perfurado, fraturamento e recuperação.

Atualmente a sondagem DDH é em sua maioria do tipo *wireline*, pois é um método mais seguro, de alta produtividade e de menor custo operacional. O método *wireline* trata-se de um sistema de sondagem diamantada em que o tubo interno, que

coleta o testemunho, pode ser retirado da coluna de sondagem sem a necessidade de desmontar os tubos de avanço. Além disso, este método otimiza a vida útil da coroa, diminui o risco de trancamento da ferramenta, pois apresenta menor desmoronamento das paredes do furo. Neste mecanismo utiliza-se um barrilete de tubo retrátil que possibilita a retirada do tubo interno (portador do testemunho) no interior da coluna de perfuração, sem a necessidade de sacar a coluna de hastes (Carvalho, 2014).

O barrilete *wireline* é composto de um tubo externo, conhecido como camisa, esta é acoplada na luva lisa e o cabeçote é inserido em seu interior e preso por uma peça chamada mangatrava, que se conecta à coluna de perfuração. Na extremidade inferior do tubo externo se conecta um calibrador e esse a uma coroa diamantada (Figura 1). Na sua parte interna há um tubo retrátil com uma mola de retenção de testemunho e um sistema de travas e de lançadeira com o pegador (*over shot*) que é fixado em um cabo de aço ligado ao guincho da sonda.

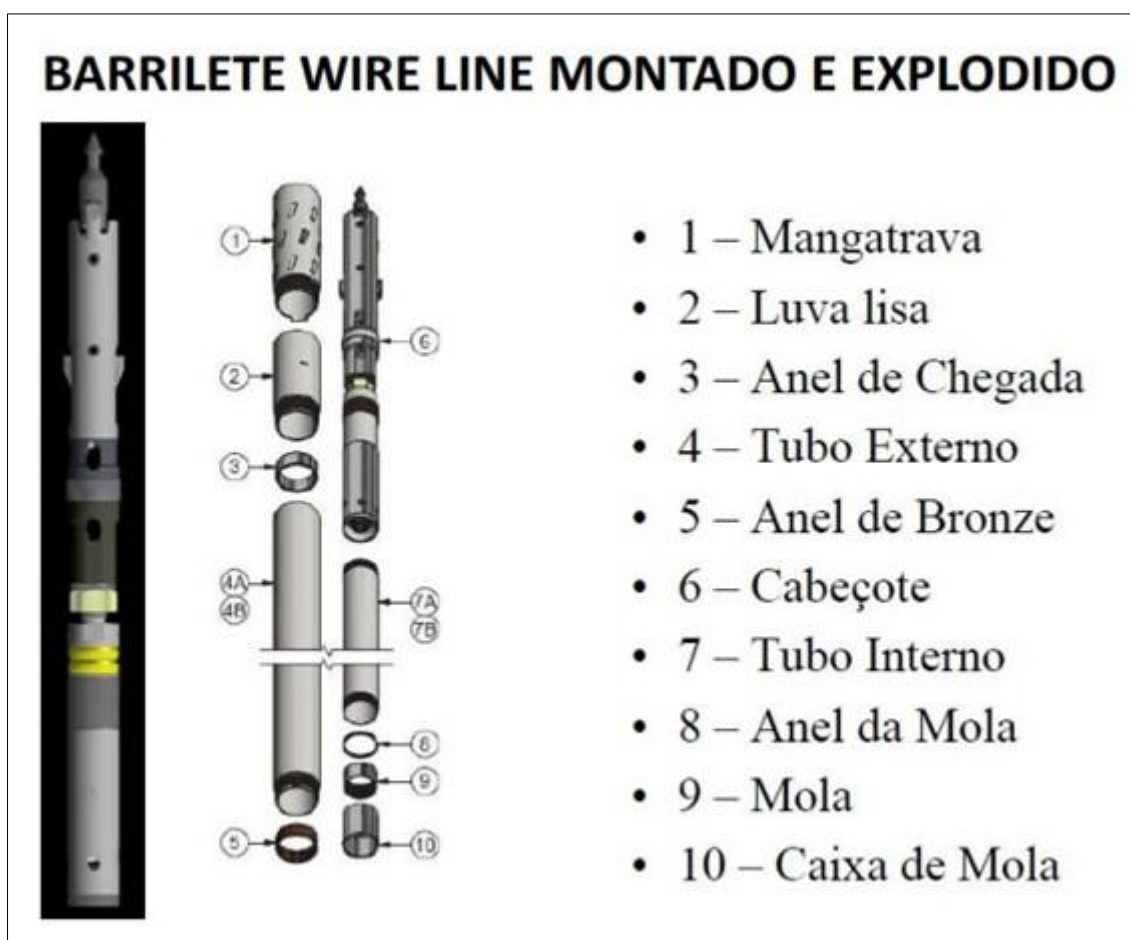


Figura 1 - Barrilete wireline, Fonte: Alves 2015

3.2 Sondagem RC

A sondagem RC obtém amostras de rochas a partir do avanço de uma ferramenta cortante, geralmente um *bit* ou uma broca tricônica, que utiliza o ar comprimido como fluido de perfuração. O ar é injetado pelo espaço anular dentro das hastes de paredes duplas carreando os fragmentos do fundo do furo até a superfície através de um tubo interno. Este método foi originalmente desenvolvido na Austrália da década de 1970 e foi concebido como uma solução para as dificuldades da perfuração rotativa nas mineradoras de ferro (*Azo mining, 2012*).

O martelo RC foi desenvolvido a partir de um martelo de fundo DTH (*Down the hole*). Enquanto um martelo DTH recupera as amostras a partir das laterais do furo (ABGE 106/24), o martelo RC recupera as amostras na parte frontal do *bit* (Figura 2). Durante a sondagem RC, é injetado um ar comprimido em alta pressão no espaço anelar entre a haste e o tubo interno, promovendo o transporte dos fragmentos na forma de circulação reversa.

O martelo RC é um dispositivo equivalente ao barrilete da sondagem diamantada, pois ele é a chave principal para a recuperação de amostras (Figura 3). A sua função é produzir os impactos necessários acima do *bit* para triturar a rocha com o impacto. O dispositivo é acionado a partir da pressão do ar injetado entre o tubo interno e o tubo externo, acionando o pistão e promovendo a frequência de batidas necessárias para que ocorra a perfuração.

Durante a sondagem RC, é injetado o ar comprimido em alta pressão pelo espaço anelar entre a haste e o tubo interno, acionando o martelo que corta a rocha e libera fragmentos (*cuttings*). Os fragmentos são transportados na forma de circulação reversa, do fundo do furo para superfície através do tubo interno das hastes de perfuração. Após reversão de ar, que ocorre na face do bit, o fluxo segue por uma mangueira coletora que é acoplada ao ciclone, onde o ar comprimido é eliminado pelo *overflow* do ciclone e as amostras são recuperadas em seu *underflow* (Figura 4).

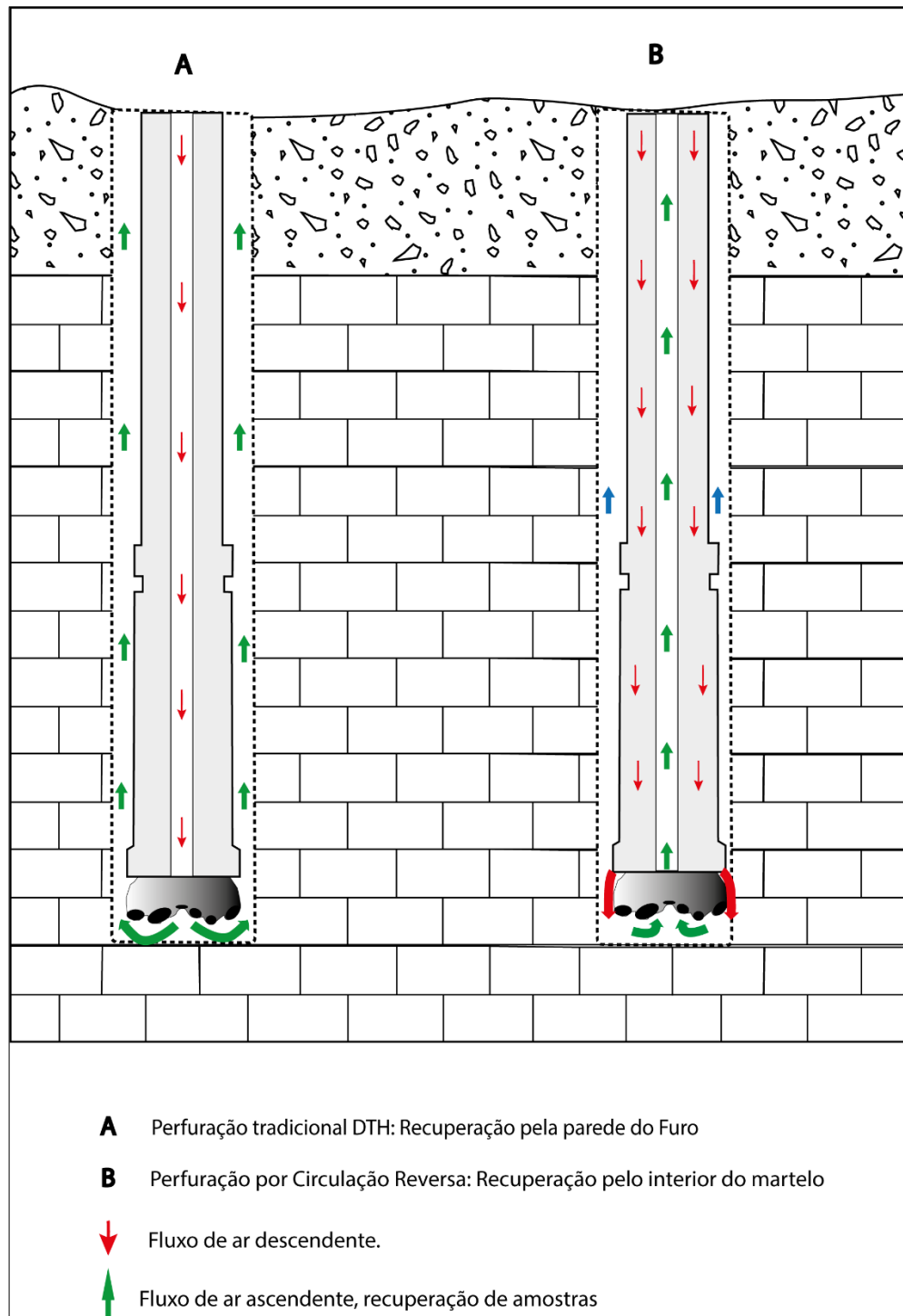


Figura 2 - Comparativo entre o martelo DTH e o Martelo RC. Fonte: Contribuição do autor.



Figura 3 - Martelo RC Montado e explodido. Fonte: Geosedna Perfurações Especiais S/A

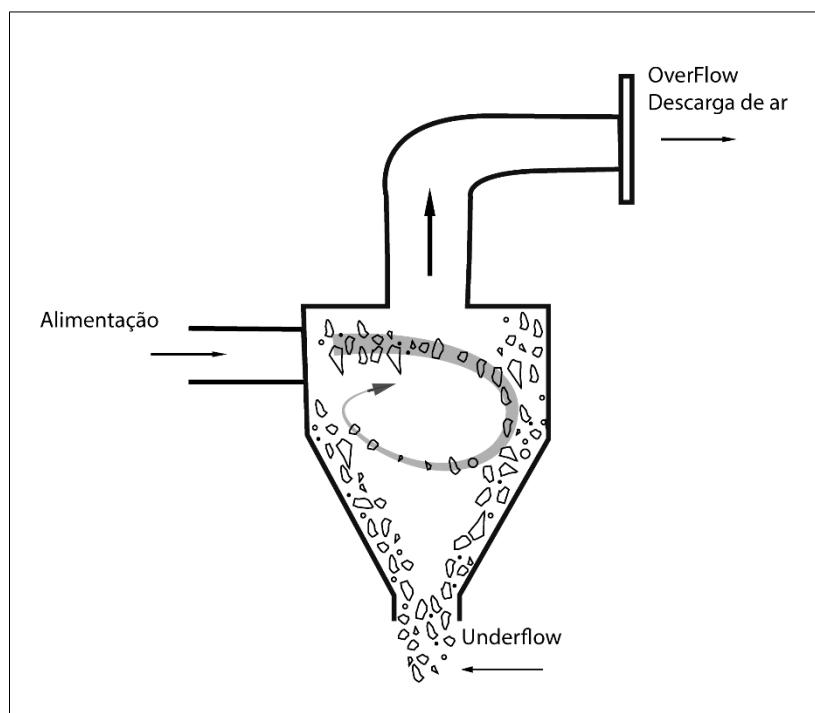


Figura 4 - Fluxo de amostras dentro de um ciclone convencional. Fonte: Contribuição do autor.

Há diversos tipos de ciclones no mercado e grande parte deles contam com um sistema de quarteamento interno, os mais comuns possuem entre 2 e 4 vertedouros, que

podem ser calibrados entre 3% e 15% da fração recuperada. Neste tipo de amostragem, a fração maior é descartada e a menor enviada ao laboratório e/ou homogeneizada com outras de forma a se obter amostras compostas.

Os ciclones podem ser basicamente de três tipos:

- Convencional (Figuras 4 e 5a): Não possui sistema de quarteamento interno, há apenas uma única entrada e uma saída e as amostras são recuperadas de forma integral.
- Quarteador *Rotary Splitter* (Figura 5b): É a combinação de um ciclone e um quarteador rotativo, nesse dispositivo são geradas três alíquotas uma de 15% e as outras duas podendo ser calibradas de 3% a 15%. A outra fração, a alíquota maior, segue pelo *underflow* do ciclone e é descartada.
- Quarteador *Riffle Splitter* (Figura 5c): Dispositivo que combina o ciclone com um quarteador de *riffles*, usa os níveis para dividir a amostra pela metade, até que o tamanho desejado seja alcançado.

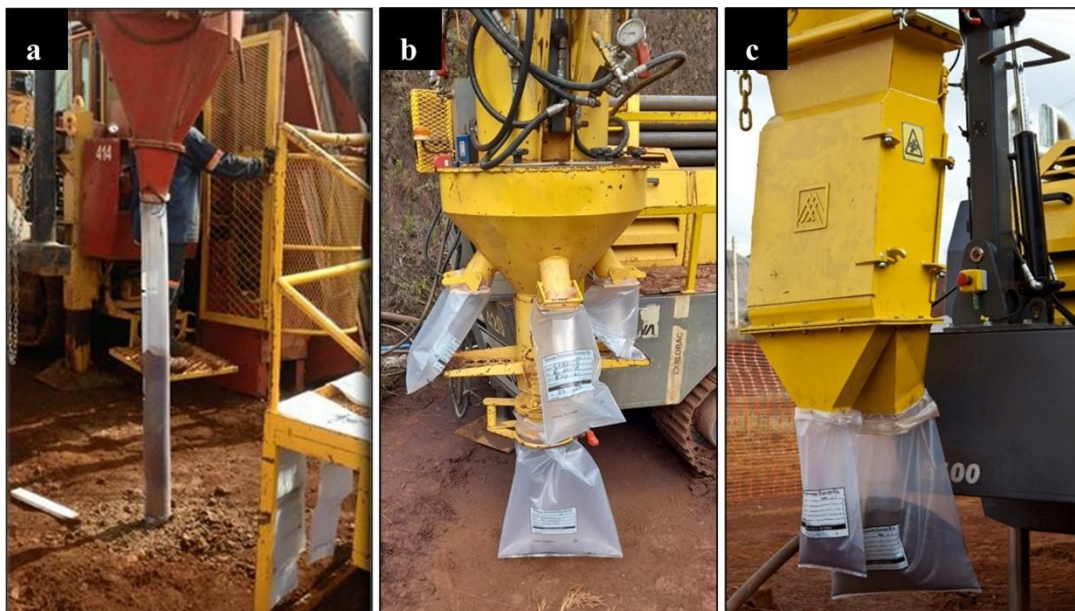


Figura 5 - Tipos de Ciclones: a) Ciclone convencional; b) *Rotary Splitter*; c) *Riffle Splitter*. Fonte: Geosedna Perfurações Especiais S/A.

4. METODOLOGIA

Na região de estudo, o minério se manifesta em duas formas distintas: elúvios e colúvios. Os elúvios representam o minério mais rico, resultado da lixiviação da sílica dos jaspilitos e formam o principal minério da região, os hematititos. Os colúvios consistem em blocos de jaspilitos e/ou granitos e/ou arenitos alternados com passagens de hematititos.

A fonte para esse estudo foi obtida a partir dos furos gêmeos de sondagens RC e DDH e a distância entre os furos variou de 1 a 7 metros. Foram 20 furos gêmeos, cada um destes furos foi amostrado em intervalos variando de 1 a 3 metros. Para cada sondagem foram obtidos 143 pares de amostras gêmeas, que foram a base do espaço amostral para os testes estatísticos.

Os dados foram coletados a partir de amostras dos testemunhos de sondagem diamantada no diâmetro HQ2 (67,40 mm) e de sondagem rotopercurssivas de diâmetro 4 ¾ (120,65 mm). As amostras foram categorizadas conforme a tipologia do minério e seguindo o planejamento de amostragem estabelecido durante a descrição geológica. Os testemunhos foram cortados transversalmente, sendo metade destinada às análises de química global e granuloquímicas e a outra metade arquivada.

As amostras provenientes da sondagem RC foram homogeneizadas e preparadas no laboratório de preparação física da SGS-Geosol, localizado no site. As amostras RC foram geradas a partir do quarteador *Rotary Splitter*, com as suas bocas menores calibradas em 15% do percentual total da amostra. Para gerar o intervalo amostral necessário, as amostras foram agrupadas e homogeneizadas pela SGS-Geosol, retirando uma alíquota representativa do intervalo amostrado.

A avaliação estatística dos resultados geoquímicos provenientes dos métodos de sondagem DDH e RC foram realizadas a partir de *box-plot* e gráficos de dispersão, os quais permitiram visualizar a correlação entre os resultados obtidos pelos dois métodos para os principais óxidos analisados (Al_2O_3 , SiO_2) e para o Fe e LOI. Esses gráficos auxiliaram na identificação de padrões de alinhamento ou dispersão entre os métodos, sugerindo em que medida os dados apresentavam coerência entre si.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A distância entre os furos gêmeos variou de alguns centímetros até 7,4 metros, conforme apresentado na Tabela 1. Essa variação é principalmente resultado das condições topográficas, que dificultam o balizamento das sondas a distâncias constantes, especialmente em áreas com restrições ambientais. Além disso, as sondagens RC e DDH exigem diferentes configurações de praça: a praça de sondagem diamantada pode ser ligeiramente menor que a utilizada na rotopercussiva, pois nessa, além da sonda, geralmente mais robusta, é necessário acomodar o caminhão compressor (Figura 6).

Tabela 1- Distância entre os furos gêmeos

Furos DDH	Furos RC	DISTANCIA ENTRE FUROS (m)
CPS-FD00007	CPS-RC20007	6,81
MGR-FD20165	MGR-RC00165	1,64
STC-FD20054	STC-RC00054	4,25
STC-FD20071	STC-RC00071	2,62
STC-FD20081	STC-RC00081	3,46
STC-FD20133	STC-RC00133	2,20
STC-FD20172	STC-RC00172	2,33
STC-FD20335	STC-RC00335	3,47
STN-FD00018	STN-RC20018	3,90
STN-FH20007	STN-RC00007	5,19
STN-FH20018	STN-RC00018	5,07
STW-FD20001	STW-RC00001	5,03
STW-FD20048	STW-RC00048	3,40
TRM-FD00062	TRM-RC20062	5,80
TRM-FD20036	TRM-RC00036	7,99
TRM-FH20060	TRM-RC00060	4,00
URU-FH20019	URU-RC00019	1,84
URU-FH20030	URU-RC00030	7,40
VUS-FD00006	VUS-RC20006	2,36



Figura 6 – Exemplo de uma praça de sondagem RC. Fonte: Geosedna Perfurações Especiais S/A

Os gráficos *boxplots* (Figura 7) foram utilizados para avaliar a distribuição estatística dos teores, permitindo a identificação de assimetrias, amplitude dos dados e valores discrepantes (*outliers*).

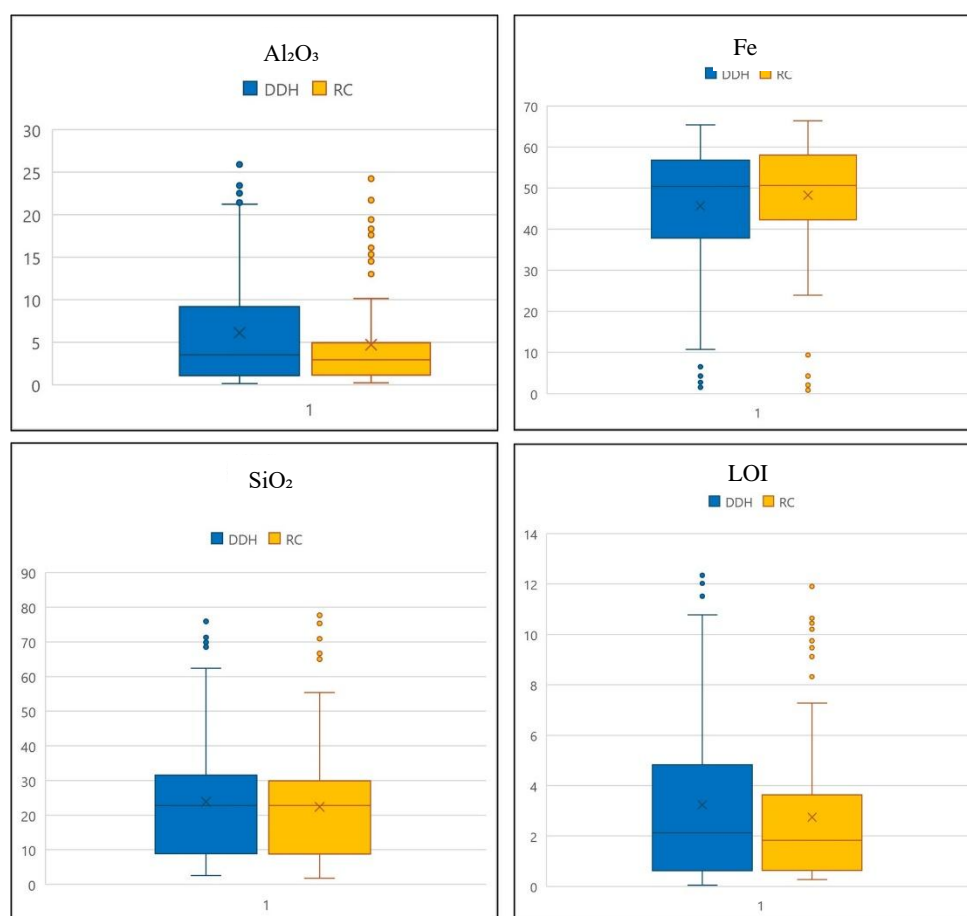


Figura 7: Gráficos boxplots dos elementos analisados.

Segundo Triola (2015), valores de (r) entre 0,50 e 0,70 indicam uma correlação moderada a boa, ao passo que valores acima de 0,70 são considerados fortes, e valores superiores a 0,90 indicam uma correlação muito forte. Cressie (1993) argumenta que correlações lineares acima de 0,5, mesmo em presença de ruído espacial, são indicativas de dependência estatisticamente relevante entre variáveis regionalizadas. Os gráficos de dispersão (Figura 8) mostram uma correspondência forte entre os dados, sugerindo boa compatibilidade entre as técnicas aplicadas na caracterização química do depósito.

Os valores de coeficiente de correlação linear de Pearson, plotados nos gráficos como ' r ', indicam forte correlação. A linha azul nos gráficos representa valores $X = Y$, sendo plotada como referência para a nuvem de dispersão dos pontos: quanto mais próximos da linha, melhor é a aderência entre as metodologias.

Os resultados preliminares apontaram forte correlação entre os métodos avaliados. Entretanto, verifica-se em média que para a alumina, sílica e LOI os valores obtidos pela sondagem DDH são levemente maiores que os da sondagem RC. Já para o Fe, o oposto ocorre: os valores da sondagem RC tendem a ser um pouco maiores em média, principalmente para os menores valores de Fe.

A análise estatística por meio dos *box-plots* e dos gráficos de dispersão evidencia diferenças relevantes, que precisam ser interpretadas à luz das características geológicas do depósito. Em corpos de colúvio ou de enriquecimento supergênico, a variabilidade lateral do minério é bastante comum, mesmo quando a distância entre os furos é relativamente pequena, como demonstrado na Tabela 1. Essa característica pode, por vezes, induzir a erros de interpretação de que um método é enviesado em relação ao outro.

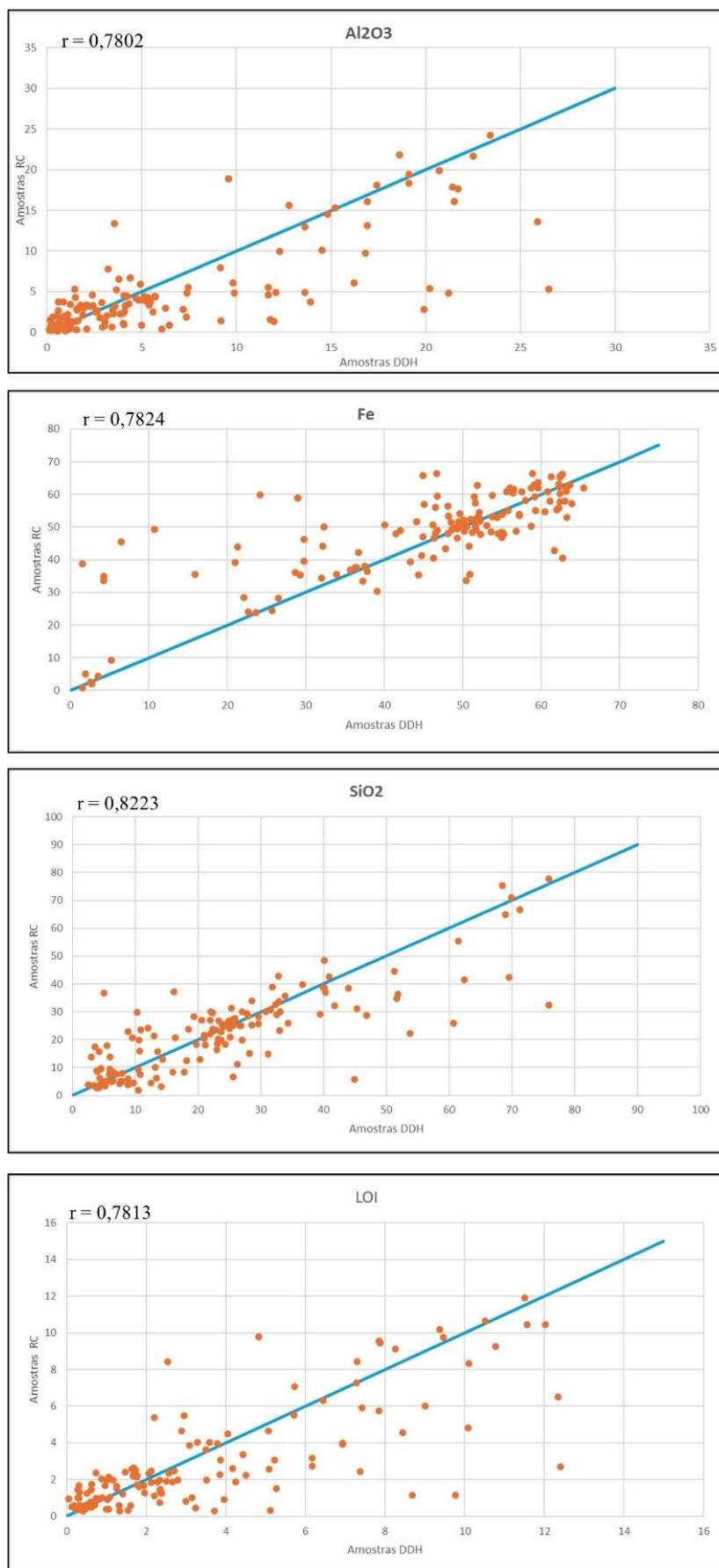


Figura 8 - Gráficos de dispersão e valores do coeficiente de correlação r.

Diante disso, foi comparado cada intervalo em que o resultado variou mais do que 10% do teor de ferro (Anexo 1) de ambas as técnicas de sondagem, com o objetivo de entender se essa variabilidade está relacionada ao método de sondagem ou à heterogeneidade lateral do depósito mineral. Observou-se que os maiores desvios dos teores não se justificam pelos métodos de sondagem, mas sim pela variabilidade lateral do depósito. Na figura 9, o intervalo que mais distou foi o de 27 -30 metros, destacado em linhas vermelhas, neste intervalo verificamos que o furo diamantado atravessa o colúvio e chega no granito, sendo grande parte dos teores diluídos devido a presença do granito, ao passo que o furo RC está totalmente no colúvio.



Figura 9 - Distância entre os furos: 6.81 metros. As linhas em vermelho mostram o mesmo intervalo amostral. À esquerda, o furo DDH evidenciando o granito. À direita, no furo RC, evidenciando o colúvio.

Outro intervalo que apresentou discrepância dos resultados foi o ilustrado na figura 10. Neste cenário, o furo diamantado ainda estava no minério rico, ao passo que o furo RC estava no jaspilito.

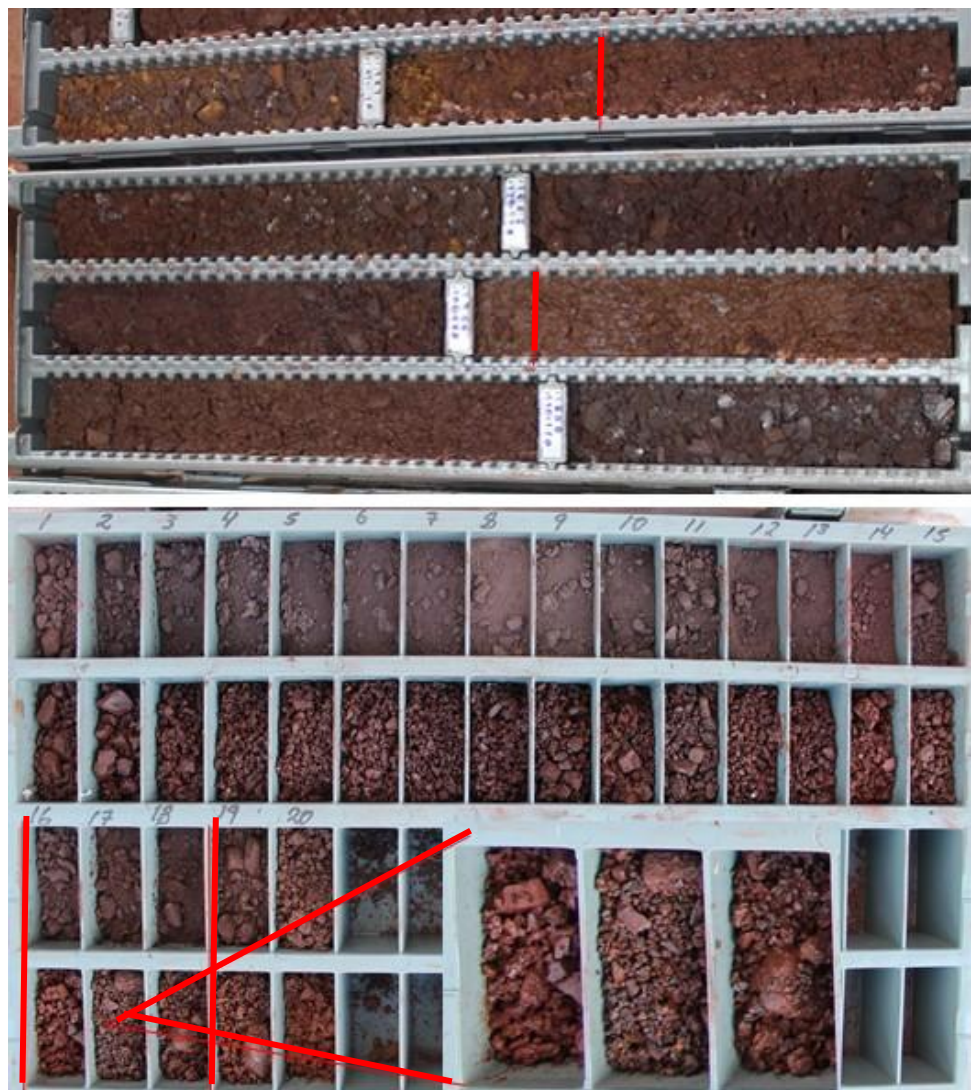


Figura 10 – Distância entre os Furos: 2,61 metros. As linhas em vermelho mostram o mesmo intervalo amostral. A figura abaixo mostra o intervalo de 15 ao 18 na caixa RC, com aumento no intervalo amostrado para melhor visualização do jaspilito.

Em outro par de furos (Figura 11), verificamos que a diferença nos resultados é devido a variabilidade lateral do minério, no intervalo de 18 a 21 metros, o furo RC intercepta um jaspilito, ao passo que o furo diamantado intercepta um bloco de granito e um pouco de arenito ferruginoso.



Figura 11 - amostras DDH e RC, intervalo amostral 18 a 21 m. Distância entre os furos: 3,47m. Par STC STC-FD20335 e STC-RC00335. As linhas em vermelho mostram o mesmo intervalo amostral. A figura abaixo mostra o furo DDH evidenciando o colúvio granítico. À direita, no furo RC interceptando um colúvio de minério.

Após a exclusão de 20 pares de amostras gêmeas contendo intervalos com diferenças litológicas significativas, observou-se uma maior aderência entre os resultados das sondagens DDH e RC. A comparação entre os *boxplots* sem tratamento (Figura 7) e tratados (Figura 12) evidencia a redução da variabilidade e o alinhamento mais próximo das medianas das amostras DDH e RC para todos os óxidos analisados. Nos gráficos originais, observava-se maior amplitude e número de outliers, especialmente em Al_2O_3 e

LOI; já nos *boxplots* tratados, a dispersão diminuiu consideravelmente e as medianas se aproximaram, indicando que o refinamento dos intervalos amostrados harmonizou os conjuntos de dados e minimizou os efeitos da heterogeneidade litológica.

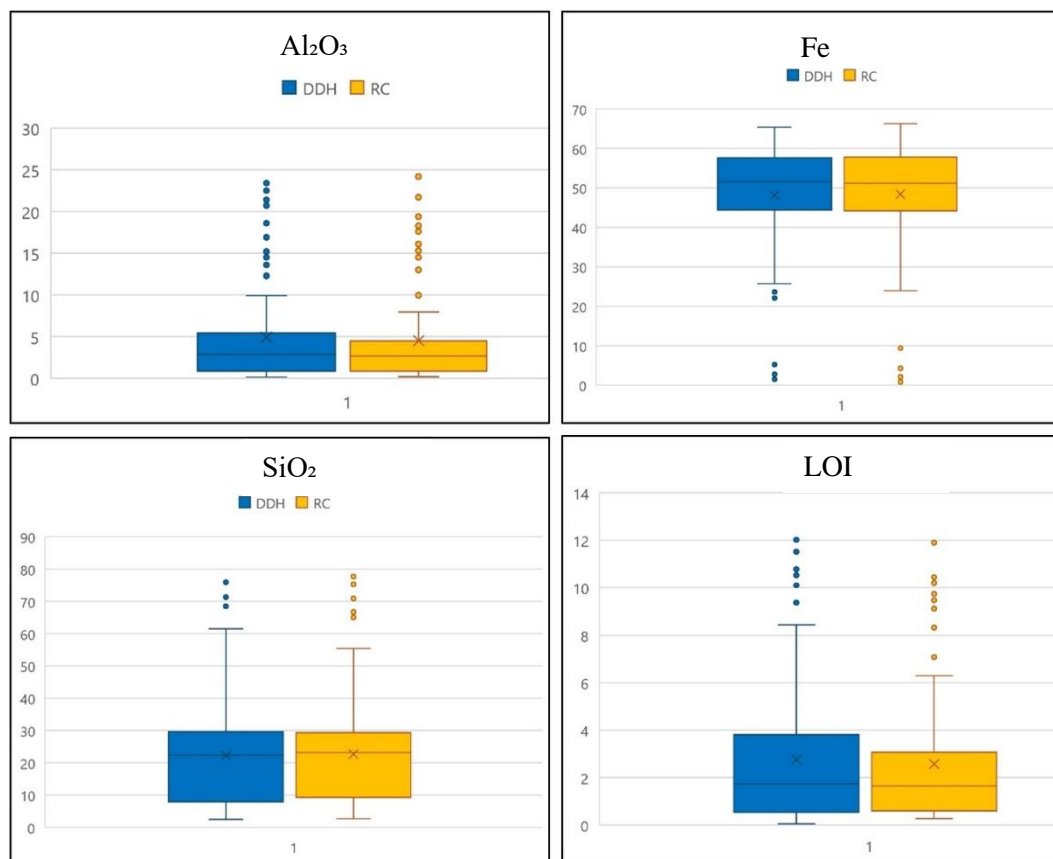


Figura 12 - Gráficos boxplots tratados.

Os gráficos de dispersão também mostraram uma melhor aderência entre os métodos, especialmente para os teores dos elementos Al₂O₃ e Fe, cujo coeficiente de correlação de Pearson (r) aumentou de aproximadamente 0,78 para 0,95, indicando uma boa linearidade entre as amostras DDH e RC (Figura 13).

Os ajustes também promoveram ganhos expressivos em SiO₂ (r passou de 0,82 para 0,93) e em LOI (de 0,78 para 0,91), confirmando a redução da dispersão pontual e o alinhamento mais estreito dos dados ao longo da linha de tendência (Figura 13). Esses resultados demonstram que, ao eliminar intervalos com heterogeneidade litológica, obtém-se uma base de comparação química significativamente mais consistente e confiável.

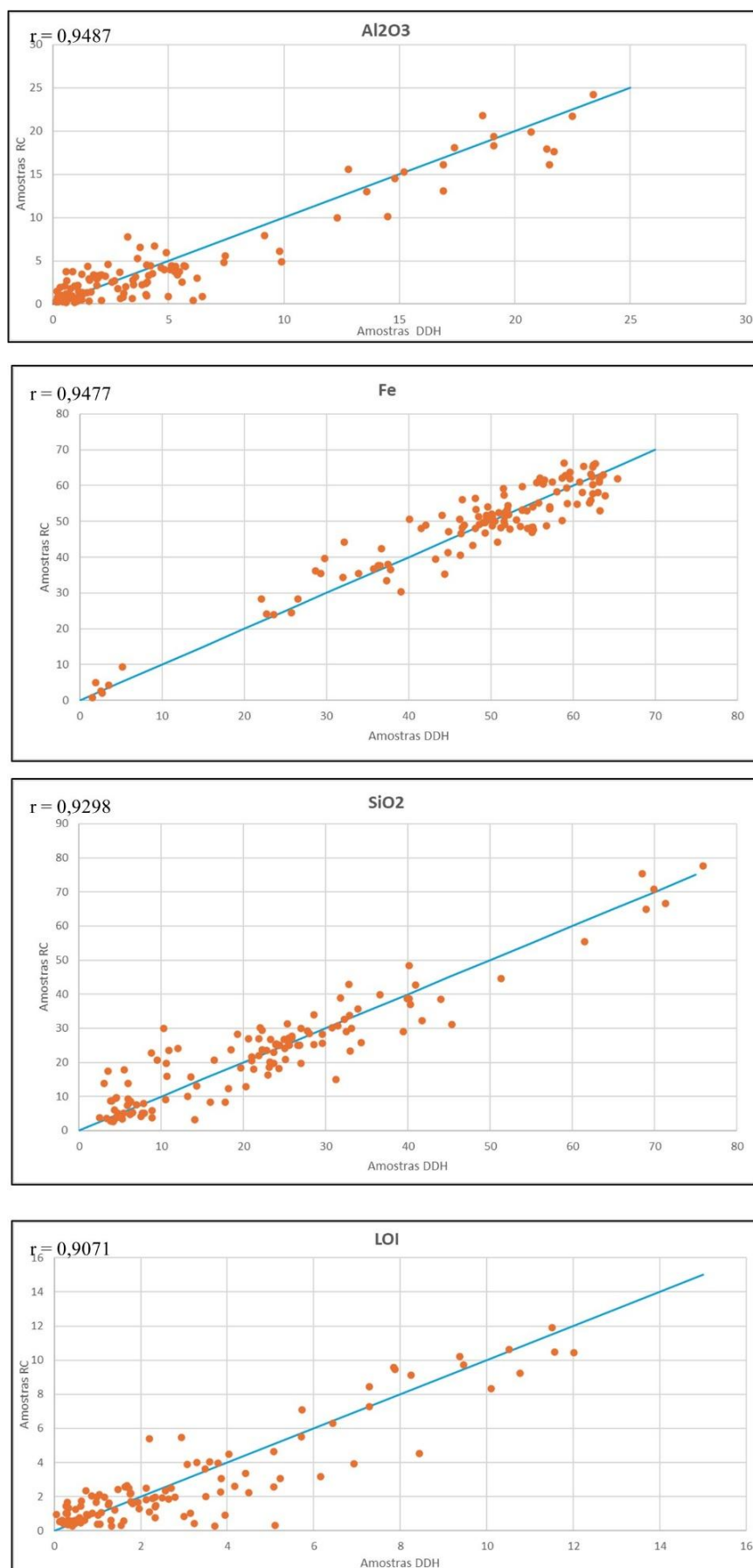


Figura 13 - Gráficos de dispersão tratados.

6. CONCLUSÕES

A análise comparativa entre os métodos de sondagem diamantada testemunhada (DDH) e rotopercussiva por circulação reversa, foi elaborada a partir de gráficos *boxplots* e de dispersão tratados. Essa análise evidenciou uma correlação muito forte nos teores de Fe, Al₂O₃, SiO₂ e LOI, indicando que ambos os métodos são adequados para a caracterização geoquímica do depósito em estudo.

O tratamento estatístico dos dados, por meio da exclusão de intervalos com litotipos distintos, promoveu melhoria substancial na consistência dos resultados. Essa melhoria foi observada pela aproximação das medianas nos *boxplots* dos dois métodos, que passaram a apresentar distribuições mais homogêneas e comparáveis. Além disso, constatou-se aumento nos coeficientes de correlação de Pearson (r) nos gráficos de dispersão, com valores de 0,95 para Al₂O₃ e Fe, 0,93 para SiO₂ e 0,91 para LOI, demonstrando maior aderência linear entre as amostras obtidas por DDH e RC, reforçando a confiabilidade da comparação.

A análise da dispersão dos pontos em relação à linha de identidade revelou que não há uma tendência sistemática de um método apresentar valores maiores ou menores que o outro. Os pontos estão, em geral, distribuídos próximos à linha $y = x$, indicando equilíbrio entre os métodos e sugerindo que as pequenas variações observadas são resultado da heterogeneidade litológica e da variabilidade natural das amostras, e não de um viés metodológico.

Embora tenha sido alcançada melhor concordância entre os métodos após o tratamento dos dados, destaca-se que a sondagem RC pode apresentar influência da perda de finos no *underflow* do ciclone, o que pode ocasionar leve subestimação dos teores dos elementos associados às frações finas. Por outro lado, o método DDH pode sofrer interferência do fluido de perfuração diamantado, o qual, mesmo que em pequena escala, pode alterar quimicamente as amostras e alterar a umidade natural das amostras. Tais particularidades operacionais devem ser consideradas na interpretação dos resultados.

Portanto, as divergências remanescentes entre os métodos são atribuíveis principalmente à heterogeneidade litológica e aos efeitos operacionais específicos, não comprometendo a qualidade das análises geoquímicas. Deste modo, a escolha entre DDH

e RC pode ser pautada em critérios econômicos, logístico e ambientais, uma vez que a sondagem RC se apresenta como alternativa competitiva, principalmente em situações que demandam controle de custos, sem prejuízo relevante na qualidade da caracterização.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A continuidade deste estudo pode contemplar a execução de furos gêmeos adicionais, realizados simultaneamente pelos métodos de sondagem rotativa diamantada e rotoperçussiva por circulação reversa, a fim de ampliar a base de dados comparativa e consolidar estatisticamente os resultados obtidos. Sugere-se, ainda, a aplicação da metodologia em diferentes contextos litológicos, especialmente em unidades geológicas com maior heterogeneidade, como formações lateríticas, zonas de alteração hidrotermal e ambientes vulcanossedimentares, com o objetivo de avaliar a robustez e os limites de aplicabilidade dos métodos analisados.

Recomenda-se também a avaliação do impacto da granulometria e da composição mineralógica sobre a qualidade das amostras obtidas por RC, sobretudo em relação à perda de frações finas no *underflow* do ciclone, bem como o estudo do efeito do fluido de perfuração na sondagem DDH, com foco nas possíveis alterações químicas e na umidade das amostras coletadas.

Por fim, seria relevante investigar o desempenho dos métodos de sondagem em ambientes com diferentes graus de intemperismo e resistência das rochas, verificando-se a eficiência na recuperação de material e a representatividade geoquímica das amostras obtidas

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, Maria de Lourdes de Paula. A influência do monitoramento do fluido e dos parâmetros de perfuração na eficiência da sondagem de minério de ferro: um estudo de caso – 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. NUGEO.

Ajub, Rafael Rachid Elias; Cintra, Evandro Cardoso; Sturaro, José Ricardo. Comparação de amostragens em sondagens rotativas diamantadas com sondagens tricônicas de circulação reversa em uma pesquisa mineral. *Geociências*, São Paulo, v. 22, n. especial, p. 95-103, 2003.

Australian Drilling Industry Training Committee Limited (ADITC). *The Drilling Manual*. 5ª ed. CRC Press, 2015.

AZO MINING. *Reverse Circulation (RC) Drilling: Theory and Applications*. 2009. Disponível em: <https://www.azomining.com/Article.aspx?ArticleID=62>. Acesso em: 12 janeiro 2025.

Bourgoyne, A.T., Millheim, K.K., Chenevert, M.E., and Young, F.S.: *APPLIED DRILLING ENGINEERING*, SPE Textbook Series, Vol. 2, Richardson, Texas, USA, 1986.

Carvalho, R. F. de. (2014). Análise da eficiência da sondagem rotopercussiva na Jazida de Ferro de Serra Sul, Serra dos Carajás – 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. NUGEO.

Cressie, Noel A.C. *Statistics for Spatial Data*. 2. ed. New York: Wiley-Interscience, 1993.

Geosedna Perfurações Especiais S/A: Material interno.

NORMA ABGE 104/2023: Sondagem rotativa e sondagem mista. Vários Colaboradores. 1ª Edição. São Paulo: Abge, 2023.

NORMA ABGE 106/2024: Sondagem à rotopercussão. Vários Colaboradores. 1ª Edição. São Paulo: Abge, 2024.

Triola, M. F. *Introdução à estatística*. 10. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

9. ANEXOS

Anexo I

AMOSTRA DDH	Al2O3	Fe	SiO2	LOI	FURO RC	Al2O3	Fe	SiO2	LOI	De	Ate	Varição Fe
CPS-FD00007-001	2,89	62,4	5,86	1,77	CPS-RC20007	3,7	60,2	7,42	1,71	0	3	-2%
CPS-FD00007-002	5,14	57,2	10,7	2,28	CPS-RC20007	4,43	54	15,9	1,88	3	6	-3%
CPS-FD00007-003	4,83	51,7	18,5	1,94	CPS-RC20007	3,97	49,2	23,8	1,68	6	9	-3%
CPS-FD00007-004	1,08	55,2	19,3	0,05	CPS-RC20007	2,17	47,7	28,3	0,94	9	12	-8%
CPS-FD00007-006	0,94	51,2	25,5	0,74	CPS-RC20007	2,06	48,3	27,2	0,97	12	15	-3%
CPS-FD00007-007	0,78	51,6	25,5	0,59	CPS-RC20007	1,81	50	25,6	0,77	15	18	-2%
CPS-FD00007-008	1,24	50,8	25,3	0,62	CPS-RC20007	3,44	44,2	31,4	1,45	18	21	-7%
CPS-FD00007-009	2,39	44,4	32,8	0,97	CPS-RC20007	4,6	35,3	42,8	1,68	21	24	-9%
CPS-FD00007-010	1,58	47,8	28,6	0,88	CPS-RC20007	2,74	43,3	34	1,01	24	27	-5%
CPS-FD00007-012	7,19	29,8	46,8	2,38	CPS-RC20007	2,84	46,2	28,8	1,26	27	30	16%
STC-FD20054-001	18,6	25,7	32,3	9,37	STC-RC00054	21,8	24,5	32,7	10,2	0	3	-1%
STC-FD20054-002	22,5	23,6	32,9	9,46	STC-RC00054	21,7	23,9	33,7	9,74	3	6	0%
STC-FD20054-003	19,1	26,5	32,5	8,25	STC-RC00054	19,4	28,3	29	9,12	6	9	2%
STC-FD20054-004	16,8	32,3	26,3	7,41	STC-RC00054	9,69	50	11,2	5,93	9	12	18%
STC-FD20054-006	21,5	29,8	24,3	10,77	STC-RC00054	16,1	39,6	18,3	9,25	12	15	10%
STC-FD20054-007	21,7	28,7	23,7	11,57	STC-RC00054	17,6	36,1	19,8	10,46	15	18	7%
STC-FD20054-008	21,4	29,3	23,2	12,02	STC-RC00054	17,9	35,4	20,2	10,44	18	21	6%
STC-FD20054-009	19,1	33,9	21	10,52	STC-RC00054	18,3	35,5	20,5	10,64	21	24	2%
STC-FD20071-006	2,42	62,7	5,01	2,35	STC-RC00071	3,32	40,5	36,7	1,3	15	18	-22%
STC-FD20071-007	4,98	56,8	10,3	3,71	STC-RC00071	0,87	48,8	29,9	0,27	18	21	-8%
STC-FD20071-008	6,46	46,5	22,3	5,11	STC-RC00071	0,88	48,2	29,5	0,32	21	24	2%
STC-FD20071-009	0,58	46,3	31,8	0,12	STC-RC00071	1,19	40,6	38,9	0,53	24	27	-6%
STC-FD20071-010	0,45	49,5	29,6	0,42	STC-RC00071	0,39	51,7	25,6	0,27	27	30	2%
STC-FD20071-012	0,34	42,1	39,4	0,48	STC-RC00071	0,99	49	29,1	0,42	30	33	7%
STC-FD20071-013	0,19	53,6	22	1,06	STC-RC00071	0,8	48,6	30,1	0,4	33	36	-5%
STC-FD20071-014	0,95	44,1	34,3	1,33	STC-RC00071	0,22	51,7	25,8	0,27	36	38	8%
STC-FD20071-015	1,57	49,5	24,2	1,55	STC-RC00071	0,33	51,1	25	0,32	38	40	2%
STC-FD20081-001	6,25	56	7,53	5,22	STC-RC00081	2,99	62	4,19	3,06	0	3	6%
STC-FD20081-003	1,89	63,3	4,3	1,68	STC-RC00081	2,15	62,3	6,08	2,65	3	6	-1%
STC-FD20077-001NS	5,31	56,5	6,33	3,79	STC-RC00077	4,33	61,5	5,14	3,97	0	3	5%
STC-FD20077-002	5,58	59,6	5,4	4,5	STC-RC00077	2,5	63,7	5,09	2,23	3	5	4%
STC-FD20077-003	1,56	59,2	6,31	4,43	STC-RC00077	2,89	59,3	8,59	3,37	5	7	0%
STC-FD20077-004	0,43	57,2	16,4	0,26	STC-RC00077	0,25	53,5	20,7	0,47	7	10	-4%
STC-FD20077-005	0,17	51,7	23,9	0,27	STC-RC00077	1,48	51,3	25,2	1,02	10	13	0%
STC-FD20077-006	1,06	51,6	23	0,61	STC-RC00077	0,68	57,3	16,3	0,48	13	16	6%
STC-FD20077-007	0,53	50,1	26,8	0,45	STC-RC00077	0,29	52,1	25	0,56	16	19	2%
STC-FD20077-008	0,16	49,6	27	0,42	STC-RC00077	0,4	54,1	19,8	0,51	19	21	5%
STC-FD20077-010	0,23	51	25	0,21	STC-RC00077	0,25	52,4	24	0,43	21	23	1%
STC-FD20077-011	0,18	52,1	25,1	0,31	STC-RC00077	0,23	54,4	20,9	0,6	23	26	2%
STC-FD20077-012	0,13	55,1	21	0,34	STC-RC00077	0,3	54	21,6	0,47	26	29	-1%
STC-FD20077-013	0,13	54,4	22,3	0,22	STC-RC00077	0,24	52,9	23,7	0,42	29	32	-2%
STC-FD20077-014	0,55	48,6	27,8	0,36	STC-RC00077	0,49	49,2	29,3	0,49	32	35	1%
STC-FD20077-015	0,64	50,2	26,6	0,36	STC-RC00077	0,54	51,5	25,1	0,58	35	38	1%
STC-FD20077-017	0,24	50,5	25,9	0,21	STC-RC00077	0,49	50,1	27,7	0,45	38	41	0%
STC-FD20077-018	0,55	52,1	23,7	0,3	STC-RC00077	0,51	52,1	22,9	0,55	41	44	0%
STC-FD20077-019	0,71	49,3	27	0,52	STC-RC00077	0,66	46,7	30	0,52	44	47	-3%
STC-FD20077-020	0,56	50	25,6	0,31	STC-RC00077	0,2	50,6	25	0,35	47	50	1%
STC-FD20133-001	5,29	59,6	4,11	3,86	STC-RC00133	3,75	61,9	2,72	3,07	0	3	2%
STC-FD20133-003	4,02	62,2	3,38	3,51	STC-RC00133	2,37	63,2	3,62	1,99	3	6	1%
STC-FD20133-004	3,06	63,9	3,03	2,33	STC-RC00133	1,26	57,2	13,8	1,42	6	9	-7%
STC-FD20133-005	3,44	62,2	3,54	3,95	STC-RC00133	0,65	55,8	17,4	0,9	9	12	-6%
STC-FD20335-001	4,31	57,5	7,92	3,84	STC-RC00335	3,5	60,9	5,13	2,27	0	3	3%
STC-FD20335-003	7,47	22,1	51,3	6,44	STC-RC00335	5,56	28,4	44,6	6,3	15	18	6%
STC-FD20335-004	16,2	15,9	51,6	7,85	STC-RC00335	6,09	35,5	34,7	5,74	18	21	20%
STC-FD20335-005	1,64	49,3	24	1,25	STC-RC00335	1,43	49,6	25,5	1,5	21	24	0%
STC-FD20335-007	4,05	40,1	33	3	STC-RC00335	0,98	50,6	23,4	0,82	24	27	11%
STC-FD20170-001	3,15	62,7	3,87	2,35	STC-RC00170	2,02	66,1	2,74	1,47	0	3	3%
STC-FD20170-002	3,56	61,7	4,21	2,54	STC-RC00170	13,4	42,8	15,7	8,44	3	6	-19%
STC-FD20170-003	9,81	48,1	13,2	6,16	STC-RC00170	6,07	56,4	10	3,17	6	9	8%
STW-FD20001-001	4,23	60,8	4,57	3,49	STW-RC00001	4,44	60,9	3,85	3,64	0	3	0%
STW-FD20001-002	3,78	62	3,97	2,94	STW-RC00001	6,55	55,2	8,63	5,48	3	6	-7%
STW-FD20001-003	3,03	63	5,94	2,34	STW-RC00001	0,78	58	13,8	0,76	6	9	-5%
STW-FD20001-004	2,81	63,2	3,81	2,2	STW-RC00001	1,81	61,7	8,76	1,11	9	12	-2%
STW-FD20001-006	1,26	60,5	9,5	0,71	STW-RC00001	0,5	54,7	20,6	0,61	12	15	-6%
STW-FD20048-001	12,3	46,2	10,5	10,1	STW-RC00048	9,97	50,6	9,16	8,32	0	3	4%
STW-FD20048-002	12,1	46,8	9,76	10,08	STW-RC00048	4,94	59,4	4,55	4,82	3	6	13%
STW-FD20048-003	9,9	51,5	7,72	8,44	STW-RC00048	4,86	59,2	5,14	4,54	6	9	8%
STW-FD20048-005	7,4	56,4	6,17	6,93	STW-RC00048	4,83	60,4	4,79	3,93	9	12	4%
STW-FD20048-006	11,8	46,7	10,5	9,77	STW-RC00048	1,59	66,4	1,78	1,14	12	15	20%
MGR-FD20165-001	23,4	22,7	29,6	11,51	MGR-RC00165	24,2	24,1	28,3	11,9	0	3	1%
MGR-FD20165-002	25,9	21,3	28,2	12,34	MGR-RC00165	13,6	44	15	6,5	3	6	23%
MGR-FD20165-003	26,5	24,2	25,6	12,41	MGR-RC00165	5,34	59,8	6,65	2,7	6	9	36%
MGR-FD20165-004	9,59	50,4	13	4,83	MGR-RC00165	18,9	33,7	21,3	9,77	9	12	-17%
MGR-FD20165-005	16,9	37,5	19,7	7,88	MGR-RC00165	16,1	38	18,4	9,47	12	15	1%
MGR-FD20165-007	14,5	41,5	18,2	7,28	MGR-RC00165	10,1	48	12,4	7,27	15	18	7%
STN-FD00018-001	12,8	44,8	13,6	7,85	STN-RC20018	15,6	41,3	15,8	9,57	0	3	-4%
STN-FD00018-003	11,7	45,1	13,4	9	STN-RC20018	5,54	57	6,08	6,02	3	6	12%
STN-FD00018-004	12	44,9	12,5	8,69	STN-RC20018	1,34	65,7	4,34	1,16	6	9	21%
STN-FD00018-005	7,34	51,9	10,8	5,27	STN-RC20018	1,91	62,8	7,59	1,52	9	12	11%
STN-FD00018-006	4,02	59,1	6,01	3,15	STN-RC20018	1,11	62,9	7,94	1,02	12	15	4%
STN-FD00018-007	1,06	63,7	4,48	1	STN-RC20018	0,3	63	9,39	0,39	15	18	-1%
STN-FD00018-009	6,07	55,8	10,6	3,24	STN-RC20018	0,4	55,1	19,8	0,44	18	21	-1%
STN-FD00018-010	2,1	62,4	5,45	1,61	STN-RC20018	0,45	57,7	17,8	0,58	21	24	-5%
STW-FD20024-001	5,07	62,3	4,23	2,57	STW-RC00024	3,97	62,4	2,96	2,33	0	3	0%
STW-FD20024-003	1,51	65,4	2,5	0,73	STW-RC00024	4,32	61,9	3,81	2,36	3	6	-4%

TRM-FH20021-001	5,74	51,7	14,3	5,71	TRM-RC00021	4,38	52,5	13	5,5	0	3	1%
TRM-FH20021-002	5,47	48,2	20,3	5,07	TRM-RC00021	3,75	53,4	12,9	4,66	3	6	5%
TRM-FH20021-003	4,69	46,8	23,1	4,04	TRM-RC00021	4,19	49	18,5	4,49	6	9	2%
TRM-FH20021-004	2,66	52	21,2	1,63	TRM-RC00021	2,67	53,3	18,1	2,56	9	12	1%
TRM-FH20021-008	9,16	32	40,3	3,59	TRM-RC00021	7,94	34,3	37	4,03	12	14	2%
TRM-FH20021-009	19,9	10,7	53,8	7,37	TRM-RC00021	2,8	49,4	22,2	2,45	14	16	39%
TRM-FH20021-011	21,2	6,51	60,7	6,93	TRM-RC00021	4,87	45,4	25,9	3,98	16	18	39%
TRM-FH20021-012	20,7	5,22	61,5	7,29	TRM-RC00021	19,9	9,36	55,4	8,44	18	21	4%
TRM-FH20021-013	17,4	3,51	69	5,73	TRM-RC00021	18,1	4,25	65	7,08	21	24	1%
VUS-FD00006-001	5,68	55,6	8,89	5,08	VUS-RC20006	4,46	60,8	5,91	2,56	0	3	5%
VUS-FD00006-002	4,39	59,3	5,93	3,08	VUS-RC20006	6,71	55	9,33	3,87	3	6	-4%
VUS-FD00006-003	3,23	63,3	4,52	2,2	VUS-RC20006	7,75	52,9	9,62	5,4	6	9	-10%
VUS-FD00006-004	1,47	61,3	8,89	1,96	VUS-RC20006	1,35	65,4	3,82	1,28	9	12	4%
VUS-FD00006-005	0,88	58,9	14,1	0,79	VUS-RC20006	0,74	66,3	3,22	0,91	12	15	7%
VUS-FD00006-007	0,31	55,7	17,8	0,5	VUS-RC20006	1,92	61	8,27	1,25	15	18	5%
URU-FH20047-001	4,05	63,2	4,73	1,76	URU-RC00047	4,51	61	5,09	2,15	0	3	-2%
URU-FH20047-002	4,08	62,4	4,46	1,4	URU-RC00047	2,57	65,2	3,75	1,22	3	6	3%
URU-FH20047-003	2,93	62,5	5,23	1,31	URU-RC00047	0,63	65,7	3,4	0,6	6	9	3%
URU-FH20019-001	3,58	58	7,88	2,12	URU-RC00019	3,18	58,2	7,9	1,83	0	3	0%
URU-FH20019-002	3,47	55,1	8,83	2,5	URU-RC00019	2,75	48,4	22,8	1,92	3	6	-7%
URU-FH20019-004	1,46	50,9	16,2	1,66	URU-RC00019	5,3	35,6	37,2	2,19	6	9	-15%
URU-FH20019-005	4,91	37,3	36,6	2,13	URU-RC00019	5,92	33,4	39,8	2,48	9	12	-4%
URU-FH20019-006	11,7	21	51,8	4,25	URU-RC00019	4,59	39,1	36,3	1,89	12	15	18%
URU-FH20019-007	13,6	1,52	75,9	1,09	URU-RC00019	4,93	38,8	32,4	2,05	15	18	37%
URU-FH20019-008	15,2	1,91	71,3	3,29	URU-RC00019	15,3	5,04	66,7	4,02	18	21	3%
URU-FH20019-010	14,8	2,73	69,9	2,71	URU-RC00019	14,5	2,09	70,9	2,48	21	24	-1%
URU-FH20030-001	2,55	58,7	10,9	1,26	URU-RC00030	2,51	50,3	23,5	1,63	0	3	-8%
URU-FH20030-002	0,59	52,3	23,3	0,27	URU-RC00030	2,67	47,8	26,8	1,44	3	6	-5%
URU-FH20030-004	9,18	29	44,9	2,88	URU-RC00030	1,44	58,8	5,85	4,67	6	9	30%
URU-FH20030-005	20,2	4,28	62,4	6,16	URU-RC00030	5,38	34,9	41,6	2,73	9	12	31%
URU-FH20030-006	16,9	2,57	68,5	4,17	URU-RC00030	13,1	2,62	75,3	2,61	12	15	0%
URU-FH20030-007	13,6	1,52	75,9	1,09	URU-RC00030	13	0,8	77,7	1,05	15	18	-1%
TRM-FD20036-001	5,4	58,7	6,48	2,8	TRM-RC00036	3,37	62	5,33	1,96	0	3	3%
TRM-FD20036-002	3,67	61,1	6,97	1,73	TRM-RC00036	5,25	58	7,63	2,51	3	6	-3%
TRM-FD20036-032	4,14	53,8	16	2,34	TRM-RC00036	3,28	59,7	8,39	1,96	6	9	6%
TRM-FD20036-034	0,86	46,5	31,2	0,63	TRM-RC00036	3,74	56	14,9	1,74	9	12	10%
TRM-FD20036-035	0,58	55	20,6	0,3	TRM-RC00036	3,73	46,9	26,9	1,66	12	15	-8%
TRM-FD20036-036	0,52	54,9	21,9	0,33	TRM-RC00036	2,08	48,3	27	1,31	15	18	-7%
TRM-FD20036-037	0,32	53,8	22,8	0,19	TRM-RC00036	0,56	53,2	23,5	0,6	18	21	-1%
TRM-FD20036-038	0,56	53,8	21,9	0,31	TRM-RC00036	0,61	53,2	22,1	0,38	21	24	-1%
TRM-FD20036-040	1,31	48,5	28,6	0,45	TRM-RC00036	1,19	51,4	25,2	0,47	24	27	3%
TRM-FD20036-041	0,69	52,2	24,4	0,3	TRM-RC00036	1,12	51,9	25	0,57	27	29	0%
TRM-FD20036-042	0,64	48,1	30,8	0,3	TRM-RC00036	0,68	48	30,1	0,99	29	31	0%
TRM-FD20036-043	0,82	49,1	28	0,38	TRM-RC00036	0,96	49,7	28,5	0,55	31	34	1%
TRM-FD20036-044	1,27	46,4	31,5	0,55	TRM-RC00036	1,31	46,6	30,7	0,64	34	37	0%
TRM-FD20036-045	1,26	44,9	33,1	0,6	TRM-RC00036	1,33	47,1	30	0,51	37	40	2%
TRM-FD20036-047	0,37	53,1	24,9	0,34	TRM-RC00036	0,45	50,4	26,8	0,52	40	43	-3%
TRM-FD20036-048	1,1	50,2	25,9	0,49	TRM-RC00036	1,5	48,7	27,2	0,63	43	46	-2%
STN-FH20007-001	3,85	54,5	12	2,65	STN-RC00007	2,24	48	24,1	1,86	0	3	-7%
STN-FH20007-002	1,95	36,7	41,7	0,99	STN-RC00007	3,05	42,3	32,3	1,96	3	6	6%
STN-FH20007-004	2,09	36,3	40,1	1,47	STN-RC00007	3,35	37,7	38,8	2,42	6	9	1%
STN-FH20007-005	1,98	39,1	40,1	1,16	STN-RC00007	3,29	30,4	48,4	1,98	9	12	-9%
STN-FH20007-006	3,5	32,2	45,3	1,82	STN-RC00007	2,27	44,2	31,2	1,61	12	14	12%
STN-FH20007-008	1,91	37,8	40,9	1,02	STN-RC00007	2,94	36,5	42,7	0,92	15	18	-1%
STN-FH20007-009	1,75	36,5	44	1,05	STN-RC00007	3,38	37,7	38,5	2,13	18	21	1%
STN-FH20007-011	2,26	35,7	39,9	1,77	STN-RC00007	3,2	36,8	38,8	2,19	21	24	1%
STN-FH20007-012	1,88	43,3	33,9	0,87	STN-RC00007	3,05	39,4	35,7	2,04	24	27	-4%
STN-FH20007-013	13,9	4,25	69,5	2,06	STN-RC00007	3,77	33,6	42,4	2,33	27	30	29%