



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GEOLOGIA**

CAROLINA SANTOS DE ALMEIDA

**CORRELAÇÃO ENTRE NITRATO E OUTROS
PARÂMETROS HIDROQUÍMICOS COM AS ENTRADAS
DE ÁGUA DA REGIÃO DE IRECÊ-BAHIA**

Salvador
2013

CAROLINA SANTOS DE ALMEIDA

**CORRELAÇÃO ENTRE NITRATO E OUTROS
PARÂMETROS HIDROQUÍMICOS COM AS ENTRADAS
DE ÁGUA DA REGIÃO DE IRECÊ-BAHIA**

Monografia apresentada ao Curso de Geologia,
Instituto de Geociências, Universidade Federal da
Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau
de Bacharel em Geologia.

Orientador: Dr. Cristovaldo Bispo dos Santos
Co-orientador: Dr. Francisco Inácio Negrão – CPRM

Salvador
2013

TERMO DE APROVAÇÃO

CAROLINA SANTOS DE ALMEIDA

CORRELAÇÃO ENTRE NITRATO E OUTROS
PARÂMETROS HIDROQUÍMICOS COM AS ENTRADAS
DE ÁGUA DA REGIÃO DE IRECÊ-BAHIA

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia Universidade Federal da Bahia

1º Examinador: Dr. Francisco Inácio Negrão
Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

2º Examinador: Prof. MSc. Hailton Mello da Silva.
Instituto de Geociências, UFBA.

3º Examinador: MSc. João Batista Matos de Andrade
Companhia de Engenharia Ambiental da Bahia – CERB

Salvador, 24 de maio de 2013

Aos meus pais Idelson e Maria de Fátima,
minha irmã Isabela, minha tia Alice,
às minhas avós Isabel (in memoria) e
Altamira (in memoria)

AGREDECIMENTOS

A *Deus*, que guia cada passo da minha vida, me sustenta, me dá força e enche meu coração de alegria e fé a cada dia;

Aos meus pais *Idelson* e *Maria de Fátima*, por tudo, por todo amor, dedicação, carinho, abraços, sorrisos, cuidados, ensinamentos, renúncias. Pelas broncas, cobranças e disciplina também, enfim, por serem meu alicerce e fazerem de mim o que eu sou. Garanto-lhes que nada que eu escreva aqui, nenhum agradecimento e nenhuma retribuição será suficiente para agradecer o que fazem, por mim. Eu não seria nada sem vocês!

A minha irmã *Isabela*, por ser minha melhor, mais companheira e leal amiga. Que me compreende com um olhar e que corresponde a cada sorriso. Agradeço todos os dias por poder dividir a vida com você!

A minha tia/madrinha *Alice*, quem amo tanto e que me ensina a cada dia o que é ter um coração puro e cheio de amor;

As minhas avós *Isabel* (in memoriam), que foi a melhor e mais bondosa pessoa com quem tive o prazer de conviver e *Altamira* (in memoriam), que me ensinou o que é amar incondicionalmente uma pessoa independentemente da situação em que ela se encontre. Minha saudade é indescritível;

A Clarinha, Drica, Mari Fraga, Dan Cruz, Mari Andriotti, Richard, Gi, Dan e Eloisa, sem os quais não aguentaria as 24h diárias dedicadas à geologia;

A todos os amigos de rocha com quem dividi esta caminhada;

A Jamile, Dário, Enaldo e Paulo, que me surpreenderam com toda ajuda e disponibilidade, mesmo nos momentos mais atarefados;

A Antonia Andrade, amizade inesperada que levarei para toda a vida;

Aos meus orientadores Cristovaldo Bispo e Francisco Negrão pela disposição para sanar todas as minhas dúvidas e me encaminhar neste trabalho;

A Cristiane Neres, que com seu apoio e compreensão superou o papel de chefe e se tornou uma amiga;

A Amilton, que com sua sabedoria e disposição além de me ensinar quase tudo que sei sobre perfurações e afins, me deu excelentes conselhos sobre a vida.

A Sara, Aislan, Gustavo Carneiro e Daniele toda as pessoas com que convivi na CPRM, obrigada pelo cuidado, atenção e toda a ajuda que vocês me deram;

Aos professores que estiveram comigo neste percurso de descobertas e aprendizados. Em especial Osmário, Simone Cruz, Felix, Danilo, Maria José, Flavio, Pedro Garcia, Haroldo Sá, Hailton, Sergio Nascimento, Ângela Leal e Telésforo

RESUMO

No panorama mundial, há uma crescente demanda por recursos naturais. Dessa forma, é necessário que as pesquisas quanto aos recursos hídricos, sobretudo as reservas subterrâneas, sejam feitas intensivamente. Por conta da drenagem escassa da Microregião de Irecê, torna-se necessária a utilização do manancial subterrâneo para irrigação da vasta agricultura da área e dessedentação animal. Historicamente, nos poços da Microregião de Irecê há um teor anômalo de nitrato, superando os 10mg/L indicados pela legislação vigente, podendo este teor ser derivado da falta de saneamento básico e conseqüente despejo de efluentes, assim como do uso de fertilizantes nitrogenados. Nesse contexto, o presente trabalho possui o desígnio de analisar os teores de nitrato, sólidos totais dissolvidos, dureza e cloreto das águas subterrâneas do município de Irecê e municípios limítrofes. Para tanto, foram utilizados dados de 82 poços tubulares perfurados nos últimos 30 anos, adquiridos junto a Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia (CERB). A partir do tratamento e análise dos dados, foi possível observar a correlação entre a profundidade das entradas de água e os valores do nitrato, tornando possível identificar a que profundidade estão concentrados os maiores teores de nitrato. Além disso, construiu-se um mapa que distribui espacialmente os locais com maior concentração deste poluente. Com a realização desse trabalho foi possível comparar os teores de nitrato com a profundidade e comprovar que o mesmo se encontra mais concentrado nas zonas de menores profundidades, bem como observar que não existe relação entre a direção do fluxo de água da região e os teores dos parâmetros estudados, ao contrário dos outros parâmetros analisados que possuem menores concentrações nas zonas de recarga.

Palavras-chave: Nitrato. Irecê. Água subterrânea.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de trabalho.....	15
Figura 2 – Mapa da Microrregião de Irecê	16
Figura 3 – Mapa de elementos cársticos e formações geológicas da microrregião de Irecê	19
Figura 4 – Mapa potenciométrico da Bacia de Irecê	25
Figura 5 – Mapa potenciométrico contemplando os municípios de São Gabriel, Irecê, Lapão e João Dourado.....	26
Figura 6 – Classificação da salinidade das águas subterrâneas em Irecê e municípios limítrofes.....	28
Figura 7 – Mapa de distribuição do cloreto na área de estudo.....	31
Figura 8 – Mapa de distribuição dos valores de dureza	32
Figura 9 – Mapa de distribuição dos valores de sólidos dissolvidos totais.....	33
Figura 10 – Gráfico de dispersão, relacionando o teor de nitrato e os grupos de entrada de água	39
Figura 11 – Gráficos mostrando a variação do teor de nitrato em cada grupo.	40
Figura 12 – Mapa de distribuição de nitrato na área de trabalho	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Grupos, seus respectivos intervalos e quantidades de poços.....	14
Tabela 2 – Valores máximos de cada parâmetro aceitos para consumo humano	
Tabela 3 – Teores máximos, médios e mínimos de cloreto para cada grupo..	27
Tabela 4 – Teores máximos, médios e mínimos de dureza para cada grupo .	29
Tabela 5 – Teores máximos, médios e mínimos de sólidos dissolvidos totais para cada grupo	30
Tabela 6 – Perfil esquemático e dados do poço cerb 1_1237.....	34
Tabela 7 – Perfil esquemático e dados do poço cerb 1_2024.....	35
Tabela 8 – Perfil esquemático e dados do poço cerb 1_3979.....	35
Tabela 9 – Perfil esquemático e dados do poço cerb 1_6315.....	36
Tabela 10 – Perfil esquemático e dados do poço cerb 1_3979.....	36
Tabela 11– Perfil esquemático e dados do poço cerb 2_2958.....	37
Tabela 12 – Teores mínimos, médios e máximos de nitrato para cada grupo .	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1. Objetivos	11
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	12
1.2 Justificativas	12
1.3 Materiais e métodos	12
2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	15
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	16
3.1 Contextualização socioeconômica	16
3.2 Aspectos fisiográficos	17
4 Geologia Regional	18
4.1 Pré-Espinhaço	18
4.2 Supergrupo Espinhaço	18
4.2.1 Grupo Paraguaçu	20
4.2.2 Grupo Chapada Diamantina	20
4.3 Supergrupo São Francisco	20
4.3.1 Grupo Uma	21
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
6 HIDROGEOLOGIA DA BACIA DE IRECÊ	24
7 QUALIDADE DAS AGUAS SUBTERRANEAS DO AQUIFERO IRECÊ	27
7.1 Classificação da salinidade da água	27
7.2 Distribuição dos parâmetros analisados	28
8 RELAÇÃO ENTRE OS TEORES DE NITRATO E AS ENTRADAS DE ÁGUA E DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO NA REGIÃO DE ESTUDO	34
8.1 Relação entre a profundidade das entradas de água e o teor de nitrato	38
8.2 Distribuição do nitrato na área de estudo	41
9 CONCLUSÕES	44
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve um grande aumento na demanda por água subterrânea, em virtude das novas necessidades de consumo, relacionadas, sobretudo, ao crescimento da agricultura. Em geral, a composição química da água subterrânea é decorrente da mineralogia das rochas em que elas estão hospedadas e do clima.

No entanto fatores antrópicos podem modificá-la, afetando assim a qualidade da água de um determinado aquífero.

O nitrato, presente nos dejetos depositados em esgotos e em fertilizantes nitrogenados, é um dos principais agentes de contaminantes das águas subterrâneas. Nesse contexto, há a crescente necessidade de controle e monitoramento da qualidade da água e do risco que o aquífero cárstico sofre, não somente no que diz respeito à quantidade da mesma, mas também em relação aos teores de elementos e/ou substâncias que podem ser prejudiciais à saúde humana, tomando como referência os parâmetros estabelecidos pela Portaria Ministério da Saúde nº 2914/2011 (BRASIL, 2011).

A análise da relação entre o teor de nitrato e a profundidade da entrada de água no substrato cárstico torna-se importante por possibilitar um controle mais preciso dos níveis que apresentam maior concentração da referida substância, e, a partir disso, possivelmente indicar a fonte superficial ou subsuperficial dessa poluição.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os teores de nitrato das águas subterrâneas do município de Irecê e seus municípios limítrofes.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Distribuir espacialmente os teores de Nitrato e outros parâmetros que podem ser nocivos à saúde;
- Correlacionar o teor de nitrato com a profundidade das entradas de água dos poços da região.

1.2 Justificativas

O carste possui um sistema de recarga que inclui sumidouros e dolinas que permitem a passagem da água direto para a zona saturada. Esta característica resulta em um alto risco e vulnerabilidade para as águas subterrâneas. Uma vez poluídas, estas águas podem trazer risco à população local, sobretudo devido aos altos teores de nitrato que podem estar ali concentrados, resultando no desenvolvimento de enfermidades, tais como câncer de estômago, dentre outras. Nesse sentido, a área em questão vem sendo alvo de pesquisas sobre a qualidade dos aquíferos por conta do alto risco de contaminação existente num aquífero cárstico.

Este trabalho justifica-se por propor uma análise que coloca em questão a profundidade alcançada pelos altos teores de nitrato, identificando a influência das fontes poluentes em relação a profundidade da entrada das águas. Os resultados e conclusões aqui apresentados somam-se aos outros estudos já elaborados e auxiliam a compressão da contaminação das águas do aquífero cárstico pelo nitrato. Além disso, poderão servir de referência para outros estudos que aprofundem tal questão e proponham outros eixos de análise.

1.3 Materiais e métodos

Para esta pesquisa, foram utilizados trabalhos hidrogeológicos anteriores feitos na área, parâmetros para nitrato pré-estabelecidos e trabalhos de mapeamento feitos na bacia de Irecê. Concomitantemente, ocorreu a aquisição do banco de dados de poços tubulares junto a Companhia de Engenharia Ambiental e

Recursos Hídricos da Bahia (CERB). A partir de então, foi dado início à fase de tratamento de dados.

A fim de possibilitar um estudo sobre a qualidade da água subterrânea da região estudada e fazer a correlação entre a profundidade das entradas de água e o teor de nitrato na região, foram selecionados 82 poços (Anexo 1). Os parâmetros utilizados para a seleção destes poços foram: a) possuir valores de nitrato, cloreto, STD (Sólidos Totais Dissolvidos) e dureza na análise química; b) que as entradas de água estivessem concentradas em intervalos de 20 metros, c) poços que não eram secos; d) cuja análise química foi feita a menos de 30 anos.

A partir de então, utilizando-se o software Excel, elaborou-se uma tabela com os poços e os valores de cada um dos parâmetros supracitados. Os dados contidos na tabela foram importados para o *software* Qualigraf (FUNCEME, 2003) a fim de gerar os gráficos de STD, classificando assim as amostras de água em doce, salobra ou salgada.

Para a análise da qualidade da água subterrânea, foi feita uma comparação entre os teores dos parâmetros analisados com o valor máximo permitido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 (BRASIL, 2011), a partir daí, os intervalos de valores de cada parâmetro foram plotados no mapa geológico da região.

Os poços selecionados foram distribuídos em 8 grupos, tomando-se como parâmetro as profundidades das entradas de água que estão contidas em intervalos de 20m cada. Tal agrupamento foi primordial para que não fossem coletados dados de poços em que ocorresse mistura de água de diferentes profundidades, o que alteraria o resultado do estudo, visto que poderia haver influência de teores de nitrato de várias profundidades.

Na tabela 1, podem ser observados os diferentes grupos, seus respectivos intervalos de entradas de água e a quantidade de poços de cada um deles.

Tabela 1- Grupos, seus respectivos intervalos e quantidades de poços.

Grupo	Intervalo de Entradas de Água	Quantidade de poços
1	De 0 à 20m	18
2	Entre 20 e 40m	20
3	Entre 40 e 60m	23
4	Entre 60 e 80m	12
5	Entre 80 e 100m	1
6	Entre 100 e 120m	4
7	Entre 120 e 140m	3
8	Entre 140 e 160m	1
	Total	82

Fonte: Autoria própria.

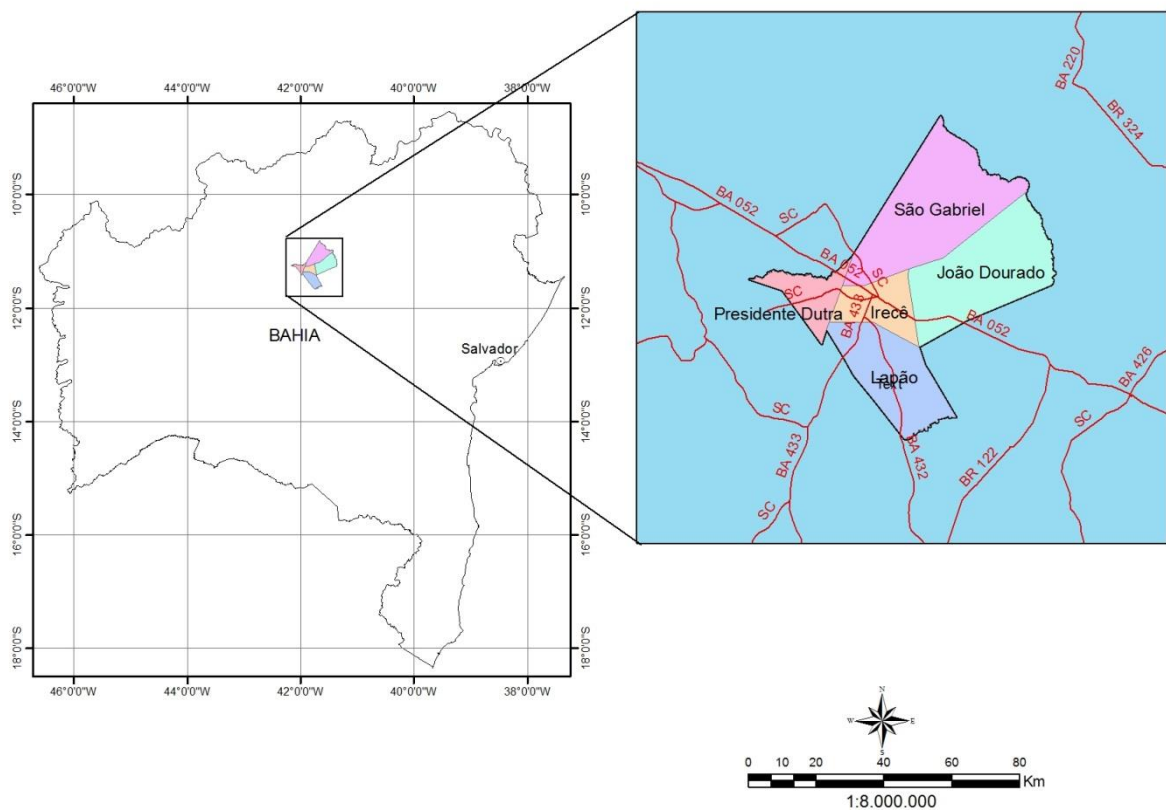
Para distribuir espacialmente os valores das análises químicas dos poços estudados no mapa geológico da região, utilizou-se o *software* Arcgis. E a partir daí os teores de cada parâmetro foi dividido de forma que o primeiro intervalo de teores do mapa fosse igual aos teores recomendados pelos órgãos reguladores.

Para uma análise da distribuição dos teores pela área, foi feito um mapa potenciométrico e, em seguida, realizou-se a plotagem da direção do fluxo. Para a confecção do mapa, foi feita a aquisição dos valores das cotas das bocas de poço através de imagens de SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission*. A partir daí subtraiu-se os valores das profundidades dos níveis estáticos dos poços dos valores das cotas. De posse desse valor, foi gerado um mapa potenciométrico da área com a utilização do *software* ArcGis 10 pelo método krigagem ordinária.

2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (figura 1) se encontra a cerca de 430km da capital do estado da Bahia. Esta compreende os municípios de Irecê, João Dourado, São Gabriel, Presidente Dutra e Lapão, localizando-se na Microrregião de Irecê, que por sua vez situa-se na porção centro-norte do estado da Bahia, inserida no contexto das bacias Rio Verde e Jacaré.

Figura 1 – Mapa de localização da área de trabalho.



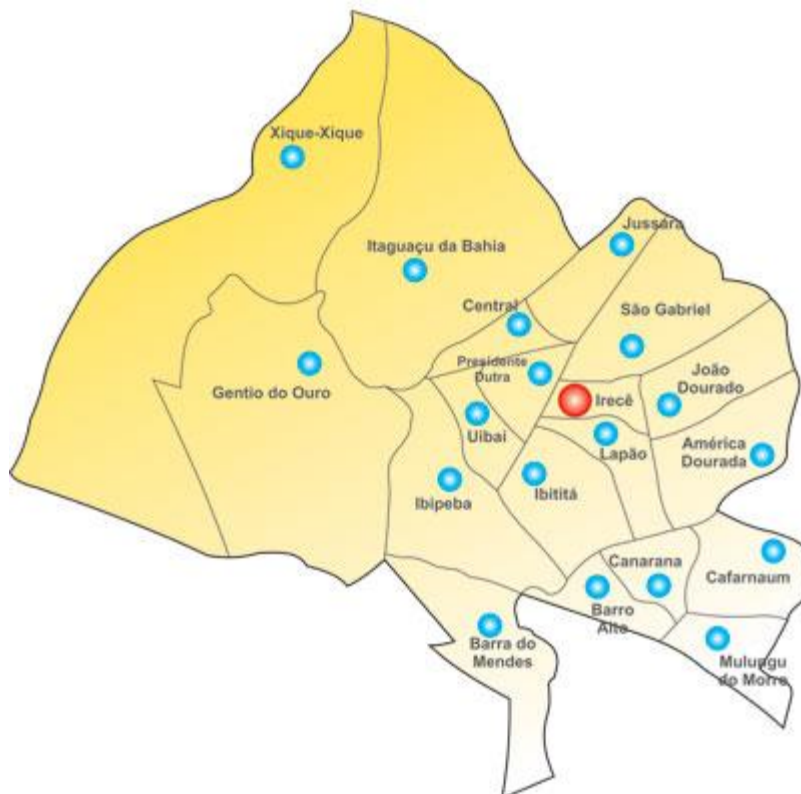
Fonte: Autoria própria.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

3.1 Contextualização socioeconômica

Os municípios abordados neste trabalho estão dentro da microrregião de Irecê (Figura 2), localizados na porção nordeste.

Figura 2 – Mapa da microrregião de Irecê.



Fonte: Prefeitura de Irecê

Santos, Rio Filho e Sousa (2008) apresentam um histórico sobre a área, concluindo que, a partir dos anos 1960, diversos projetos federais de desenvolvimento nacional identificaram na região potencial de produção do consórcio feijão-milho-mamona, havendo, a partir daí, um intenso processo migratório. Os referidos autores acrescentam que

O território de Irecê passa a ter destaque no cenário nacional a partir dos anos 1970 recebendo o título de capital do feijão. O “boom” do feijão coincide com o que se convencionou chamar do “milagre brasileiro” implementado pelos governos militares. Com isto, registra-se o crescimento

da imigração, sobretudo nas épocas de maior necessidade de mão-de-obra para as lavouras. (SANTOS; RIO FILHO; SOUSA, 2008, p. 8)

A migração dura até os dias atuais, quando se observa uma nova configuração, visto que a sede dos municípios é alvo para agricultores sem terra ou fugidos da seca, que terminam por aumentar os contingentes populacionais das periferias das cidades. Tal fato termina por agravar o problema da falta de saneamento básico, o que pode ser um dos fatores que geram os altos teores de nitrato nas águas subterrâneas da região.

Confirmam essas afirmações os dados do IBGE (2000) referentes ao acesso a água e saneamento básico. No que tange ao esgotamento sanitário e destino dos resíduos sólidos nas zonas urbanas e rurais da área estudada, somente 8,6% das pessoas possuem acesso ao esgotamento sanitário. No que diz respeito a coleta do lixo, em torno de 62% da população é atendida.

3.2 Aspectos fisiográficos

Os municípios abordados no presente estudo fazem parte da microrregião de Irecê, possuindo 4,6% da superfície da Bahia. Conforme o Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável - PTDRS, (CDSTI, 2010) o clima da área é semi-árido, com chuvas que se concentram em períodos de 3 a 4 meses e 8 meses de estiagem, a pluviosidade média varia entre 500 a 700mm/ano, mas as chuvas são muito irregulares, podendo variar entre 200 e 1000mm/ano. Como principais características climáticas destacam-se as temperaturas médias acima de 28°C.

Segundo Bastos Leal e Silva (2004, apud Nossa, 2011), a geomorfologia apresenta um modelado compreendido por uma região serrana, com altitude de até 1.200m e um platô ou pediplano com topografia variando de 400m a 800m.

4 GEOLOGIA REGIONAL

A região alvo do estudo está localizada na porção central do estado da Bahia. Segundo Inda e Barbosa (1978), na região afloram o Pré-Espinhaço, o Supergrupo Espinhaço e o Supergrupo São Francisco, indicando assim uma geocronologia desde o Paleoproterozóico até o Neoproterozóico, esta área possui um modelo evolutivo que indica um padrão estrutural de um aulacógeno. No mapa de elementos cársticos e formações geológicas da Região de Irecê (Figura 3), pode ser observada a disposição espacial das litologias descritas a seguir.

4.1 Pré-Espinhaço

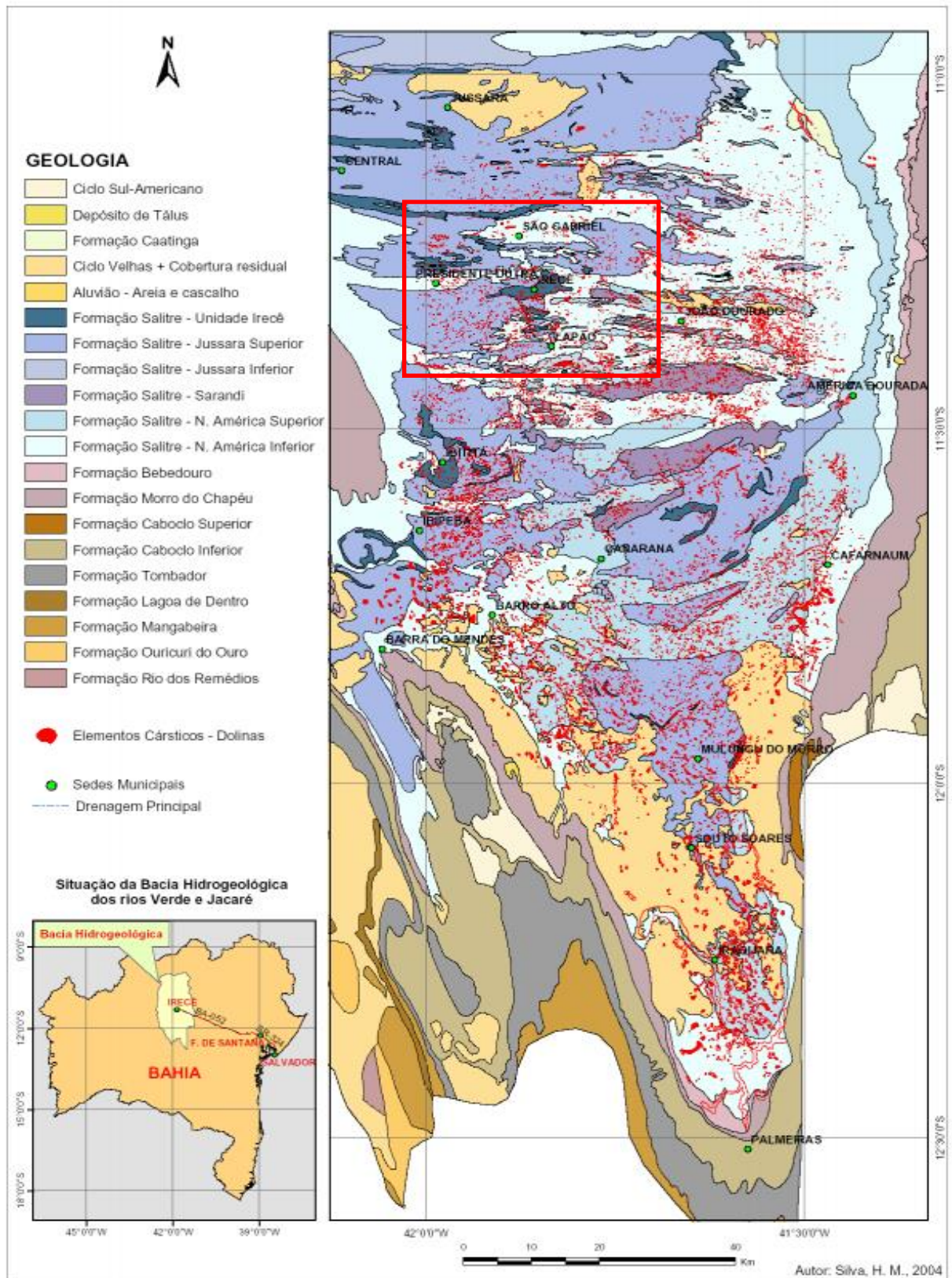
O Pré-Espinhaço trata de terrenos que serviram de substrato para os conjuntos litológicos mais recentes. Guimarães (1996) afirma que os tipos litológicos e petrográficos dominantes nesses terrenos são gnaisses-granitos-migmatitos, orto e para-derivados, envolvendo associações metassedimentares, metavulcanossedimentares do tipo greenstone belt, complexos granitoides intrusivos, complexos básico - ultrabásicos e rochas de alto grau metamórfico, de idades diversas, variando desde 3.0 Ga (crosta primitiva) até 1.8 Ga (estabilização).

Segundo Inda e Barbosa (1978), o pré-espinhaço na área é formado por rochas paleoproterozóicas do Complexo Xique-Xique, o qual diz respeito a quartzitos, itabiritos e silexitos.

4.2 Supergrupo Espinhaço

O Supergrupo Espinhaço é formado pelos Grupos Paraguaçu e Chapada Diamantina. O primeiro trata de metarenitos, metargilitos, metassiltitos e metaconglomerados. Segundo Mascarenhas (1990), no mesoproterozóico algumas áreas dos terrenos Pré-Espinhaço já se encontravam estáveis e nelas posteriormente se instalaram amplas bacias intracratônicas e regiões de riftes ou aulacógenos. Neste contexto, foram depositados os sedimentos que atualmente fazem parte desse supergrupo e se encontram sob estruturas de serras.

Figura 3 – Mapa de elementos cársticos e formações geológicas da microrregião de Irecê com área de trabalho em destaque.



Região de estudo em destaque. Fonte: Adaptado de Guerra, 1986 (apud Silva, 2005).

4.2.1 Grupo Paraguaçu

O Grupo Paraguaçu é formado por arenitos feldspático, siltito, folhelho e raros níveis conglomeráticos (PEDREIRA, 1994). Segundo Dominguez (1993), nesses sedimentos pode ser observada uma transição de ambientes continentais a marinho.

Este Supergrupo pode ser dividido nas seguintes formações:

- a) Rio dos Remédios, composta por rochas metavulcânicas félsicas metamorfizados;
- b) Ouricuri do Ouro, formada por quartzito e metaconglomerados;
- c) Mangabeira, constituída de rochas sedimentares metamorfizadas, a Fm;
- d) Lagoa de Dentro, composta por metapelitos a Fm;
- e) Açuruá, formada de metassiltitos, ardósia e metarenitos.

4.2.1 Grupo Chapada Diamantina

Composto pelas formações Tombador, Caboclo e Morro do Chapéu, o grupo Chapada Diamantina é constituída por arenitos, pelitos e conglomerados, podendo estes estar depositados em ambientes eólico, fluvial ou marinho.

Segundo Inda e Barbosa (1978), o Grupo Chapada Diamantina pode ser caracterizado da base para o topo por:

- a) Formação Tombador, constituída por quartzitos, metarenitos e conglomerados;
- b) Formação Caboclo, constituída por metassiltitos e metargilitos com eventuais intercalações de metarenitos;
- c) Formação Morro do Chapéu composta por metarenitos.

4.3 Supergrupo São Francisco

O Supergrupo São Francisco, por sua vez, compreende os Grupos Una e seu correlato Bambuí (INDA; BARBOSA, 1978). O Grupo Una é subdividido em duas formações, sendo na base a Formação Bebedouro e no topo a Formação Salitre.

4.3.1 Grupo Una

O Grupo Una, pertencente ao supergrupo São Francisco, corresponde à área abrangida pelo estudo. Esta área está geologicamente representada pelos calcários da formação salitre. Pedreira et al. (1987) resume o Una como diamictitos, pelitos e siltitos, na base e calcarenitos e calcilutitos no topo. Conforme Sampaio *et al.* (2001), a formação do Grupo Una foi inicialmente depositada num ambiente glacial neoproterozóico (Fm. Bebedouro) e teve uma fase semiárida posterior, esses processos culminaram na deposição dos diamictitos glaciais da formação bebedouro e das unidades carbonáticas da Fm. Salitre. Essas litofácies carbonáticas, segundo Barbosa e Dominguez (1996), foram depositadas em ambiente marinho raso com constante agitação de ondas e em planície de maré.

Guimarães (1996) caracteriza a Formação Bebedouro como diamictitos com matriz grauváquica, arcossiana e quartzo-arenítica, arenitos (com ou sem clastos associados) e pelitos com ou sem clastos associados. A Formação Salitre trata do substrato do aquífero e ocupa todo o centro da Bacia de Irecê, estando subdividida nas unidades Nova América, Jussara e Irecê (da base para o topo). Segundo Misi (1979) e Pedreira (1987) esta formação é composta por sequências de calcarenitos, calcilutitos, calcissiltitos, com silexitos, margas e siltitos subordinados.

A unidade Nova América está relacionada ao primeiro ciclo regressivo da formação e é dividida nas subunidades Nova América Inferior, Nova América Superior e Sarandi. Bonfim *et al.* (1985) caracterizou essa sequência como uma unidade com presença constante de estruturas como tepees, intraclastos, laminação cruzada.

A unidade Jussara está relacionada aos ciclos transgressivos I (ao sul) e III (porção setentrional). Segundo Souza *et al.* (1993), essa unidade é dividida em subunidades que foram formadas em ambientes geológicos distintos. A subunidade Jussara inferior trata de calcarenitos, calcilutitos e calcissiltitos, bem como arenitos arcossianos e metassiltitos. A subunidade Jussara Superior, por sua vez trata de calcarenitos finos, de cor cinza-escuro a negra, médios e grossos.

A unidade Irecê ocorre como faixas irregulares, sempre associada aos níveis de água mais profunda, ocorrendo calcarenitos finos a calcilutitos de cor cinza escura, bem como terrígenos como margas siltitos e silex (SOUZA *et al.* 1993).

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os calcários cobrem aproximadamente 14% da área do Estado da Bahia (77.900 km²), apresentando porosidade e permeabilidade secundária. De natureza cárstico/fissural, predominam as rochas carbonatadas do Grupo Una que ocorrem nos limites da bacia do rio São Francisco, nas regiões da Chapada de Irecê (Oliveira, Negrão e Silva, 2007).

As concentrações naturais de nitrato são geralmente baixas, tendo como possível fonte a atmosfera, bem como o solo, onde a partir de processos metabólicos feitos por bactérias há a fixação dessa substância nas águas subterrâneas (Negrão, 1987).

Duas são as principais fontes que desencadeiam o problema da contaminação por nitrato na região de Irecê: os fertilizantes nitrogenados, largamente empregados na região e os efluentes domésticos. Resende (2002, p.14) esclarece que:

[...] o nitrato é a principal forma de nitrogênio associada à contaminação da água pelas atividades agropecuárias. Isso ocorre pelo fato de que o ânion nitrato, caracterizado por ser fracamente retido nas cargas positivas dos colóides, tende a permanecer mais em solução, principalmente, nas camadas superficiais do solo, nas quais a matéria orgânica acentua o caráter eletronegativo da fase sólida (repelindo o nitrato), e os fosfatos aplicados na adubação ocupam cargas positivas disponíveis. Na solução do solo, o nitrato fica muito propenso ao processo de lixiviação e ao longo do tempo pode haver considerável incremento nos teores de nitrato nas águas profundas.

Acerca dos efluentes domésticos, Cabral, Abreu e Stein (2009) chamam a atenção para o fato de 40% da população brasileira ainda utilizar o saneamento *in situ* ou ausência total de saneamento. Esta situação tem como consequência a deposição dos efluentes diretamente no aquífero, resultando na contaminação deste pelos nitratos ali presentes.

A ingestão prolongada de água contaminada por nitrato que ultrapasse os valores estabelecidos pelos órgãos reguladores pode resultar no desenvolvimento de doenças como a metamoglobinemia, que causa diminuição na capacidade de transporte de oxigênio pelo sangue, e câncer de estômago ou esôfago. Além disso, no caso de bebês com menos de seis meses, a ingestão de água com altos teores de nitrato pode resultar em envenenamento, devido a redução do nitrato a nitrito realizada por bactérias intestinais (RESENDE, 2002, p.15).

Por conta da vulnerabilidade do aquífero cárstico e dos problemas ambientais supracitados, a região de Irecê vem sendo alvo de pesquisas a respeito da qualidade e da hidroquímica das águas subterrâneas da região. Segundo Negrão (1987), de 221 amostras analisadas para nitrato, cerca de 34% (75 amostras) encontram-se fora dos padrões de potabilidade, podendo chegar até 132 mg/L.

Gonçalves (2004), por sua vez, indica teores de nitrato de 66,88 mg/L em Uibaí em 1975; 87,49 mg/L em Presidente Dutra em 1983 e, 87,49 mg/L em São Gabriel. Silva e Araújo (2004), por sua vez obtiveram teores de nitrato entre 0,49 – 21 mg/L ao estudar contaminação da água subterrânea por resíduos sólidos.

Oliveira et. al (2008) utilizou dados de análises químicas de poços perfurados entre 1964 e 2006 e concluiu que dos 748 poços perfurados na região, 56% apresentam teores maiores os 10 mg/L do padrão de potabilidade.

Nossa (2011) conclui que na região estudada o percentual de análises acima dos valores máximos permitidos (VMP) para nitrato é de 83,4% dentre outros parâmetros e sugere que essa anomalia pode ter origem natural, oriunda do excesso de matéria orgânica no ambiente, ou antropogênica, devido à contaminação ocasionada por saneamento básico inadequado, ou ainda, em função do uso intensivo de fertilizantes nitrogenados.

Silva (2010) afirma que altos índices de nitrato são observados, chegando até 80 mg/L, principalmente nas regiões centrais do aquífero, nos municípios de Jussara, Central, Irecê, Uibaí, Gentio do Ouro, Lapão e João Dourado. A Agência Nacional de Água - ANA (2013) sugere que, por conta da vulnerabilidade do aquífero, os órgãos gestores dos recursos hídricos no estado tomem ações especiais voltadas para o tratamento e controle da disposição dos esgotos urbanos, lixões, postos de gasolina e práticas agrícolas inadequadas.

6 HIDROGEOLOGIA DA BACIA DE IRECÊ

O sistema aquífero da área compreende os carbonatos do grupo Una, localizado no centro oeste da Bahia. Em relação à região estudada, trata-se de um aquífero cárstico, o qual se encontra inserido nas bacias hidrográficas dos rios Verde e Jacaré, que por sua vez são afluentes do rio São Francisco.

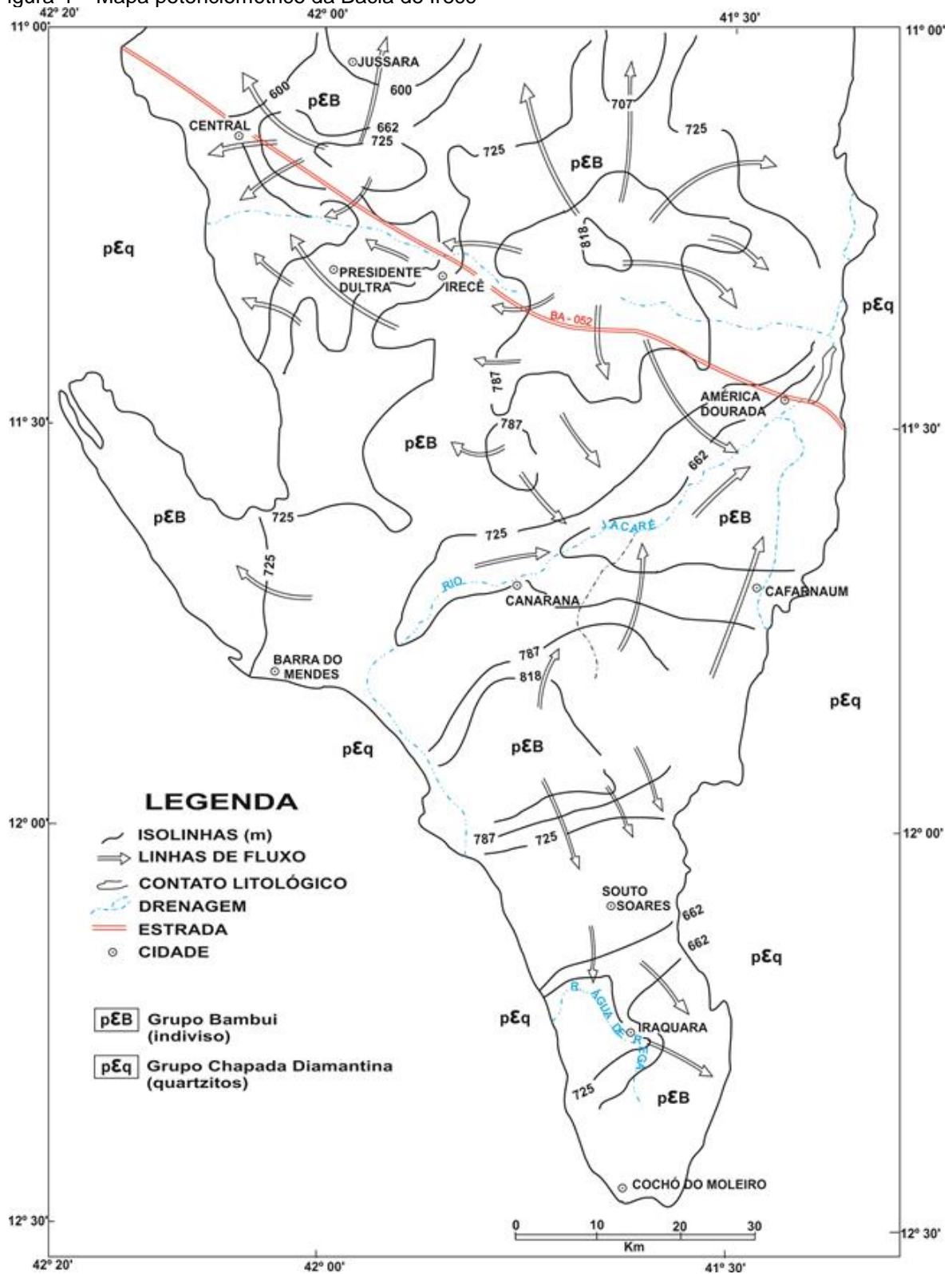
Neste aquífero, há diferentes estágios evolutivos, estando dividido em dois domínios. Segundo Ramos et al. (2007), o primeiro deles desenvolveu-se um sistema cársticos cuja morfologia é caracterizada por grande densidade de dolinas, as quais possuem geralmente um formato arredondado com diâmetros de até 200m, maior espessura de solos e vales profundos. O segundo domínio estrutural, localizado na porção central do aquífero (região de Irecê/Lapão), se caracteriza pela presença de intensos cavalgamentos, com dobramentos e falhamentos de baixo ângulo associados e vergência para SSE.

Conforme Nossa (2011), o aquífero da região é anisotrópico, com condutividade hidráulica variável de acordo com a densidade de fraturas, podendo ser considerado como um aquífero livre, em função da baixa espessura dos solos na área. A pesquisadora acrescenta que os valores de STD obtidos nas amostras de águas subterrâneas da área analisadas são bastante elevados, variando de 472,810 mg/L a 1539,960 mg/L.

Em relação à composição final da água, Cabral (1978) observou que a mesma se trata de uma combinação da composição isotópica da água no solo com a do calcário posteriormente dissolvido.

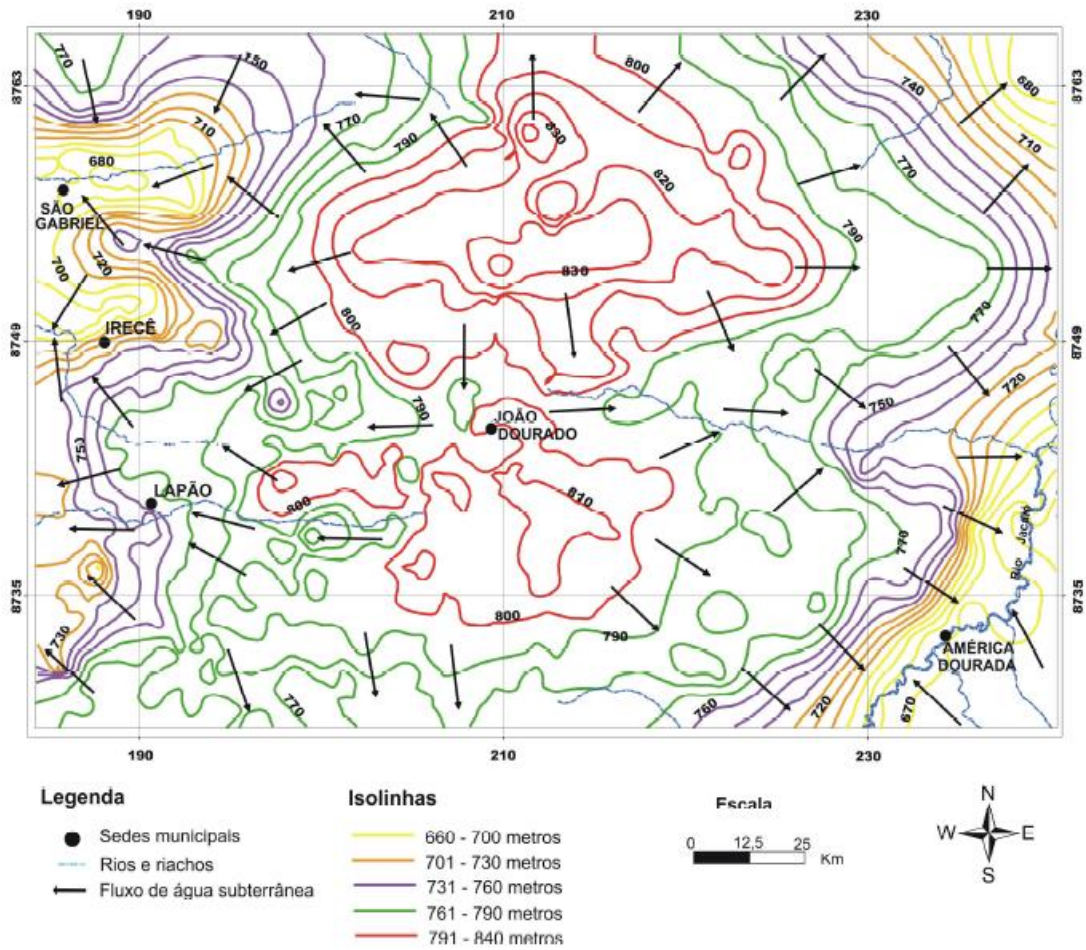
Guerra (1996) e Lima (2009), a partir de mapas potenciométricos (Figura 4 e Figura 5, respectivamente), localizam o principal divisor de água da região na cidade de João Dourado e a principal zona de descarga na área da cidade de América Dourada. Observa-se, as principais direções de fluxo da área.

Figura 4 – Mapa potenciométrico da Bacia de Irecê



Fonte: Adaptado de Guerra (1996).

Figura 5 – Mapa potenciométrico contemplando os municípios de São Gabriel, Irecê, Lapão e João Dourado.



Fonte: Lima (2009).

Maia, Cruz e Sampaio (2009) afirmam que no aquífero da região prevalece o padrão dendrítico/paralelo com densidade de drenagem baixa. Quanto às direções dos lineamentos da drenagem, a unidade aquífero Irecê apresenta direções preferenciais para NW-SE, NE-SW e E-W.

Sobre as vazões deste aquífero, as áreas onde estão as maiores vazões estão localizadas próximas às zonas de descargas já referidas. O tratamento estatístico feito em poços da região por Luz et al. (2004) demonstrou que mais de 50% dos poços da área da possuem vazões menores que $7\text{m}^3/\text{h}$ e que 9% deles possuem vazões maiores que $25\text{m}^3/\text{h}$, sendo os últimos normalmente próximos a grandes lineamentos estruturais e zonas de descargas do aquífero. O autor complementa que o nível freático do aquífero se mantém próximo à superfície, cerca de 15m de profundidade na metade dos poços estudados.

7 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO AQUÍFERO IRECÊ

A fim de possibilitar a determinação da qualidade das águas subterrâneas nos municípios de Irecê, São Gabriel, João Dourado, Lapão e Presidente Dutra foram feitas classificações da salinidade da água e a distribuição espacial dos parâmetros analisados. Na tabela 2, podem ser vistos os valores máximos para que cada parâmetro esteja dentro dos padrões exigidos pela Portaria do Ministério da Saúde, nº 2914/2011 (BRASIL, 2011).

Tabela 2 – Valores máximos aceitos para consumo humano de acordo com Portaria do Ministério da Saúde

Parâmetro	Unidade	Valor máximo permitido
Cloreto	mg/L	250
Dureza	mg/L	500
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Nitrato	mg/L	10

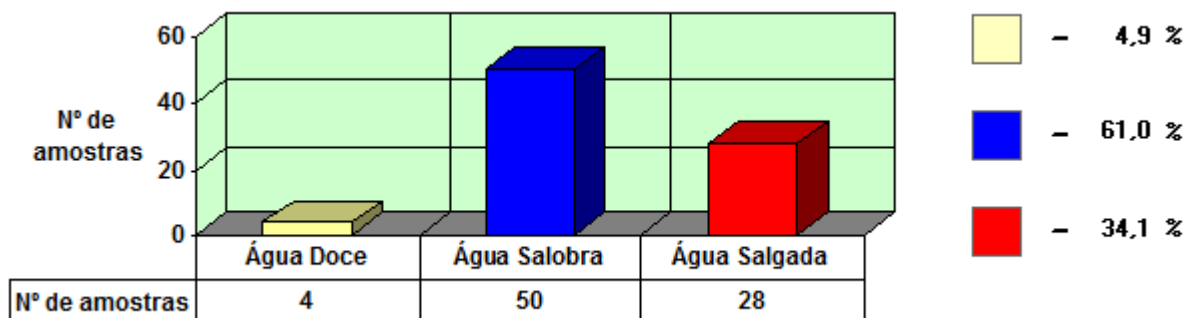
Fonte: Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

7.1 Classificação da salinidade da água

Os sólidos dissolvidos totais dizem respeito ao peso total dos componentes minerais da água. A partir do mesmo, é feita a classificação da salinidade da água, podendo esta ser doce, salobra ou salgada, levando-se em conta a relação entre os constituintes e a quantidade de minerais presentes na água por unidade de volume.

Para a realização das análises, o Qualigraf apresenta uma opção padrão de realizar o cálculo dos sólidos dissolvidos totais, utilizando-se a condutividade elétrica. Tendo em vista o objetivo deste trabalho, estes dados foram substituídos pelos valores reais fornecidos pela análise química, os resultados são apresentados na Figura 6. A análise deste gráfico permite observar que 18,4% das águas em estudo podem ser caracterizadas como salgadas, 78,9% como salobras e 2,6% como doce. A alta porcentagem de água salgadas, ou com altos valores de condução elétrica, pode ter como motivo a grande quantidade de íons provenientes das rochas carbonáticas que foram dissolvidos e incorporados à água analisada.

Figura 6 – Classificação da salinidade das águas subterrâneas em Irecê e municípios limítrofes.



Fonte: Autoria própria.

7.2 Distribuição dos parâmetros analisados

A distribuição espacial dos parâmetros de qualidade da água foi feita a fim de tornar possível a observação em quais regiões da área analisada esses elementos e substâncias ocorrem acima dos teores permitidos pela legislação e para poder comparar os locais com maiores teores dos parâmetros analisado com o fluxo da água subterrânea no aquífero. Assim, com a utilização do *software* Arcgis os valores de Cloreto, Dureza e Sólidos Dissolvidos Totais foram plotados no mapa geológico da área de estudo e a partir daí os valores foram agrupados em intervalos, onde o primeiro refere-se aos valores permitidos pela legislação.

Os valores de Cloreto observados nos poços variam entre 27mg/L e 4030 mg/L, sendo que os valores máximos, mínimos e médios de cada grupo podem ser observados na Tabela 3. No mapa de distribuição de cloreto na área de estudo (Figura 7), pode-se observar de que forma ocorre a dispersão desses valores. Nas partes leste e norte do mapa, pode ser visto que apenas um poço apresentou um teor acima do regulamentado, podendo este estar relacionado com locais onde a circulação da água é dificultada. Ao relacionar os valores plotados no mapa, observa-se uma relação entre eles e o fluxo de água dentro do aquífero, nos locais de recarga (próximo a João Dourado) estão localizados os menores teores de cloreto, diferentemente dos de descarga, onde os teores se encontram maiores.

Tabela 3 –Teores mínimos, médios e máximos de cloreto para cada grupo.

Grupo	Intervalo de profundidade das entradas de água	Teor mínimo de Cloreto	Teor médio de Cloreto	Teor máximo de Cloreto
1	De 0 à 20m	27,46	538,12	4030
2	Entre 20 e 40m	33,82	246,86	999,63
3	Entre 40 e 60m	47,74	380,00	4800
4	Entre 60 e 80m	46,04	359,16	1792
5*	Entre 80 e 100m	65,02	65,02	65,02
6	Entre 100 e 120m	27,02	125,36	251,95
7	Entre 120 e 140m	27,0	49,2	70,9
8*	Entre 140 e 160m	78,8	78,8	78,8

*Grupos 1 e 8 possuem apenas um poço cada. Fonte: Autoria própria.

Quanto aos valores de Dureza Total dos 82 poços estudados, observa-se uma variação entre 139mg/L e 6.000mg/L. Na Tabela 4, podem ser vistos os valores máximos, mínimos e médios desse parâmetro para cada um dos grupos de profundidade de entrada de água. No que se trata da distribuição das concentrações desse parâmetro na área (Figura 8), observa-se que o comportamento do mesmo é similar ao do cloreto, ocorrendo em menores teores nas regiões de recarga do aquífero.

Tabela 4–Teores mínimos, médios e máximos de dureza para cada grupo.

Grupo	Intervalo de profundidade das entradas de água	Teor mínimo de Dureza	Teor médio de Dureza	Teor máximo de Dureza
1	De 0 à 20m	139,3	1207,32	5430
2	Entre 20 e 40m	263,4	676,40	1415,29
3	Entre 40 e 60m	392,3	1136,89	1620
4	Entre 60 e 80m	341,03	757,11	2779,28
5*	Entre 80 e 100m	1477,36	1477,36	1477,36
6	Entre 100 e 120m	259,81	1194,63	2160
7	Entre 120 e 140m	419	456,5	494
8*	Entre 140 e 160m	360	360	360

*Grupos 1 e 8 possuem apenas um poço cada. Fonte: Autoria própria.

No mapa da Figura 9, pode ser observado a forma com que os valores de Sólidos Dissolvidos Totais estão distribuídos na região. Os teores desse parâmetro estão variando entre 276mg/L a 9700mg/L, possuindo assim uma significativa diferença entre o valor máximo e mínimo na Tabela 5, pode ser observada essa variação em cada grupo, bem como o teor médio em cada um deles. Nota-se também que, exceto nas zonas de recarga, os valores desse parâmetro excedem o permitido (1000mg/L). Estes resultados podem ser explicados pelo acúmulo de sais devido aos processos de dissolução do calcário presente no substrato da área.

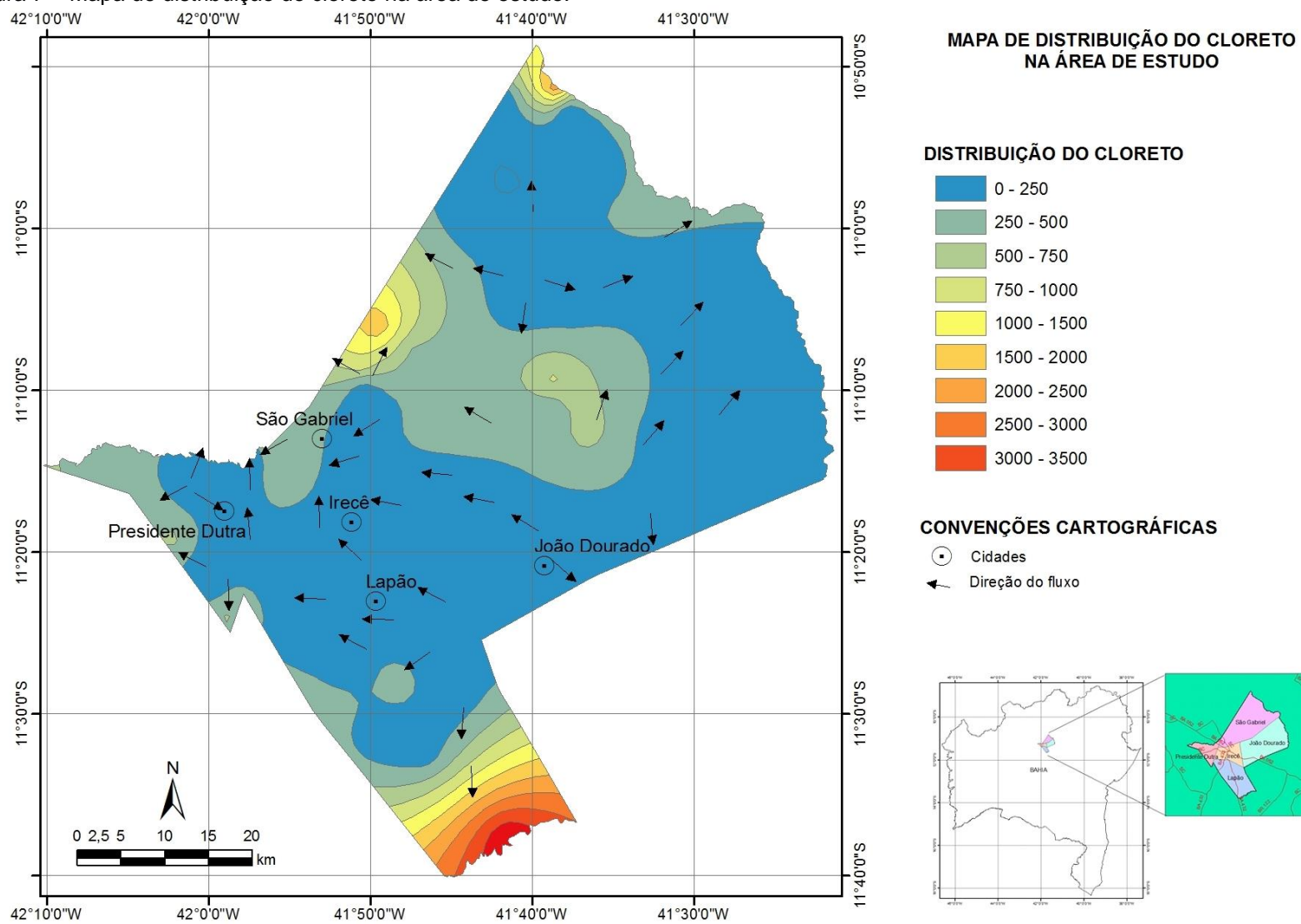
Tabela 5 – Teores mínimos, médios e máximos de sólidos dissolvidos totais para cada grupo

Grupo	Intervalo de profundidade das entradas de água	Teor mínimo de STD	Teor médio de STD	Teor máximo de STD
1	De 0 à 20m	276	4025	9700
2	Entre 20 e 40m	300	1120	3000
3	Entre 40 e 60m	490	1258,66	3168
4	Entre 60 e 80m	552	1748,12	4980
5*	Entre 80 e 100m	2106	2106	2106
6	Entre 100 e 120m	580	1258	3660
7	Entre 120 e 140m	586	455	686
8*	Entre 140 e 160m	687	360	687

*Grupos 1 e 8 possuem apenas um poço cada. Fonte: Autoria própria.

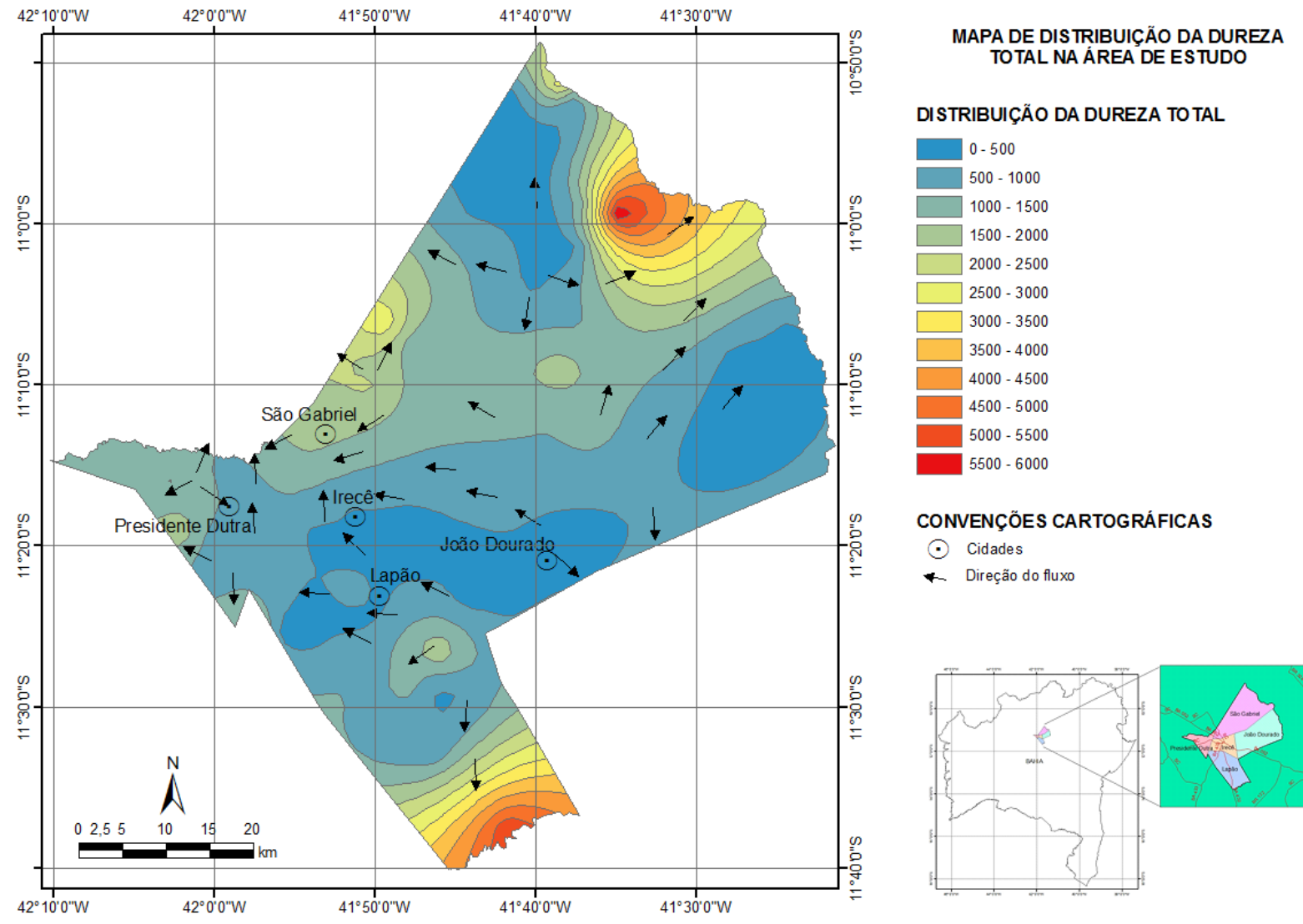
Avaliando os parâmetros acima e comparando a distribuição dos valores dos mesmos com a direção de fluxo apresentada nos mapas supracitados, pode-se concluir que a distribuição desses parâmetros está fortemente relacionada com o fluxo de água na área. Tal fato indica que a variação dos valores não ocorre por focos de contaminação espaçados e sim a partir da evolução da água subterrânea dentro do aquífero.

Figura 7 – Mapa de distribuição do cloreto na área de estudo.



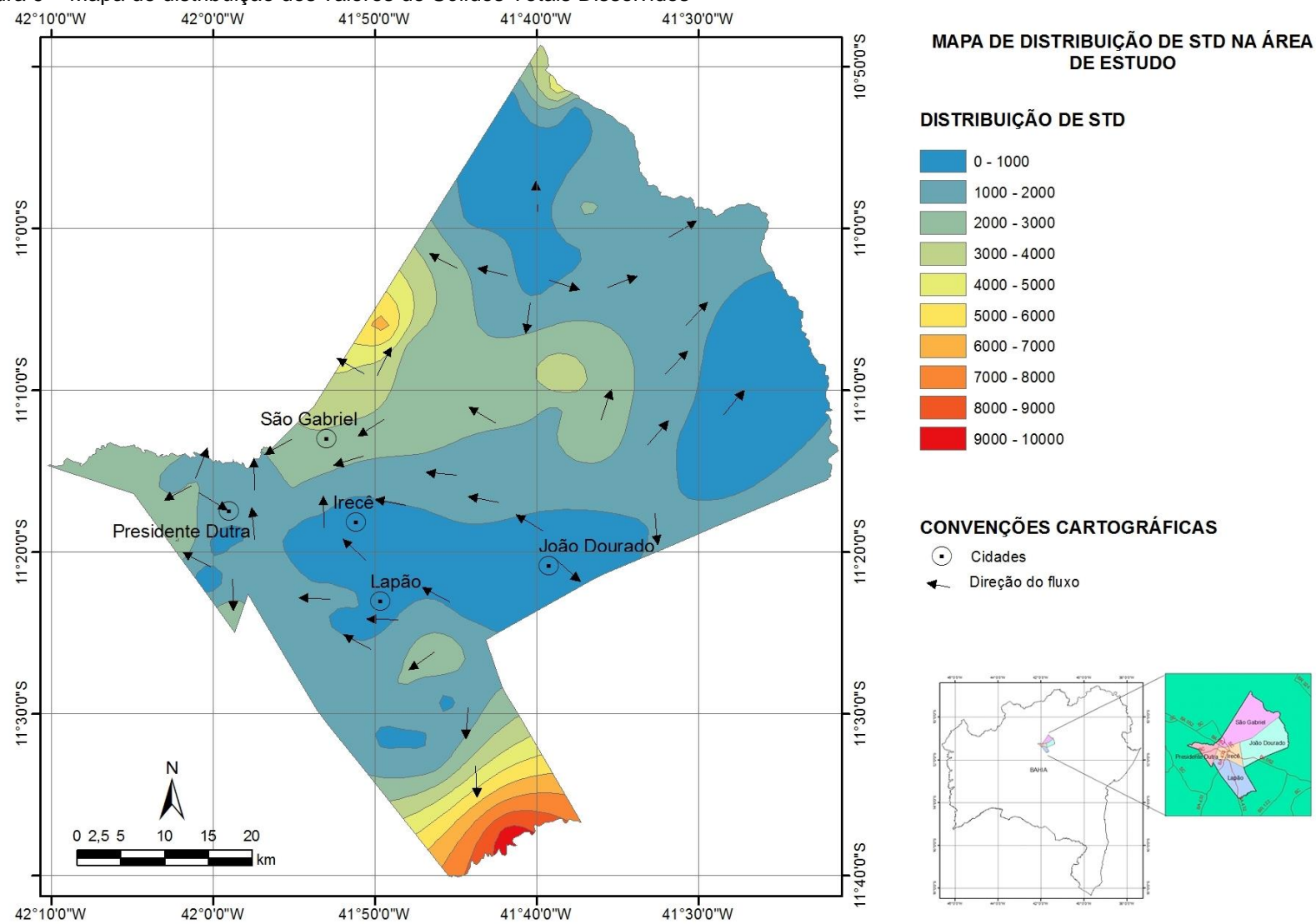
Fonte: Autoria própria.

Figura 8 - Mapa de distribuição dos valores de dureza.



Fonte: Autoria própria

Figura 9 – Mapa de distribuição dos valores de Sólidos Totais Dissolvidos



Fonte: Autoria própria.

8 RELAÇÃO ENTRE OS TEORES DE NITRATO E A PROFUNDIDADE DAS ENTRADAS DE ÁGUA E DISTRIBUIÇÃO DO ELEMENTO NA ÁREA DE ESTUDO

O nitrato está presente, principalmente, em dejetos expelidos por esgotos e em fertilizantes nitrados. No caso de a substância em questão possuir uma origem antrópica, a contaminação será oriunda de uma fonte superficial e consequentemente os teores de nitrato irão decrescer à medida que a coleta de água seja feita em local mais distante da fonte de contaminação.

Para um maior controle acerca da forma com que a poluição por nitrato se comporta no aquífero cárstico da região de Irecê, é necessário pontuar tanto a distribuição dos teores pela região quanto a forma com que essa substância se comporta em profundidade.

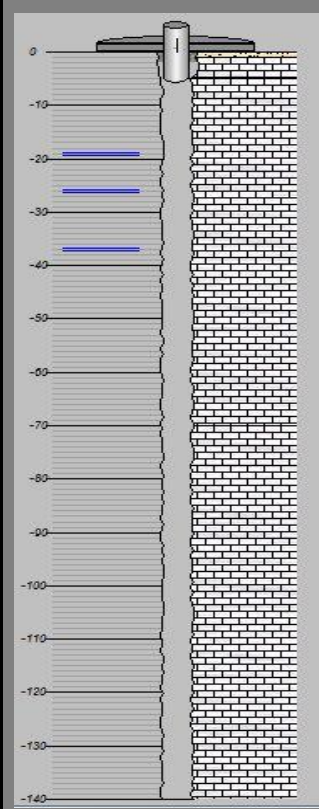
Nas tabelas (Tabela 6 a 11) contendo a ilustração e alguns parâmetros como profundidade, entradas de água, N.E., N.D., vazão e descrição litológica de poços típicos da região estudada, com destaque para as entradas de água.

Tabela 6 – Perfil esquemático e dados do poço Cerb 1_1237

	Nome do poço	Cerb 1_1237
	Coordenadas :	-10,98889/-41,582778
	Profundidade	80m
	Entradas de água	44.00m – 49.00m
	N.E.	3,5m
	N.D.	41m
	Vazão	10,4 m ³ /h
	Litologia	
	Intervalo	Descrição
	0 – 1	Solo argiloso, marrom.
1 - 31.4	Calcário alterado, cinza, fragmentação fina a média.	
31.4 - 80	Calcário cinza, fragmentação fina a média.	

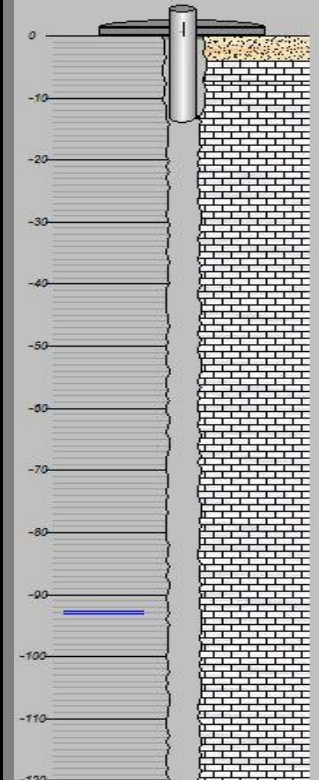
As linhas azuis representam as entradas de água do poço. Fonte: Siagas(2013)

Tabela 7 - Perfil esquemático e dados do poço Cerb 1_2024

	Nome do poço	Cerb 1_2024
	Coordenadas:	-11,368611/-42,002778
	Profundidade	140m
	Entradas de água	19.00m - 26.00m - 37.00m
	N.E.	5,48m
	N.D.	59,19m
	Vazão	1,26 m ³ /h
	Litologia	
	Intervalo	Descrição
	0 - 1	Solo argiloso, amarelado, calcífero.
1 - 5	Calcário cinza esb.,alterado, com fragmentação média	
5 - 70	Calcário cinza Esc.,sa,fragm.fina/média,c/fraturas,preenchidas por calcita.	
70 - 140	Calcário cinza escuro, sa,com fragmentação fina a média	

As linhas azuis representam as entradas de água do poço. Fonte: Siagas(2013)

Tabela 8- Perfil esquemático e dados do poço Cerb 1_3979

	Nome do poço	Cerb 1_3979
	Coordenadas:	-11,269167/ -42,015
	Profundidade	121m
	Entradas de água	93.00m
	N.E.	12,2m
	N.D.	68,4m
	Vazão	0,86 m ³ /h
	Litologia	
	Intervalo	Descrição
	0 - 4	Solo calcífero, avermelhado, argiloso.
4 - 8	Calcário cinza alterado, com fragmentação média.	
8 - 121	Calcário cinza, com fragmentação média.	

As linhas azuis representam as entradas de água do poço. Fonte: Siagas(2013)

Tabela 9- Perfil esquemático e dados do poço Cerb 1_6315

	Nome do poço	Cerb 1_6315
	Coordenadas:	-10,8641167/-41,69458
	Profundidade	150m
	Entradas de água	102.00m
	N.E.	43,4m
	N.D.	84,12m
	Vazão	3,96 m ³ /h
	Litologia	
	Intervalo	Descrição
	0- 1	Solo argiloso, calcífero, amarronzado.
1 - 10	Calcário alterado, fragmentação grossa, esbranquiçado.	
10 - 17	Calcário cinza claro, fragmentação fina.	
17 - 28	Calcário cinza escuro, fragmentação média.	
28 - 33	Calcário róseo, fragmentação média.	
33 - 150	Calcário cinza escuro, fragmentação média.	

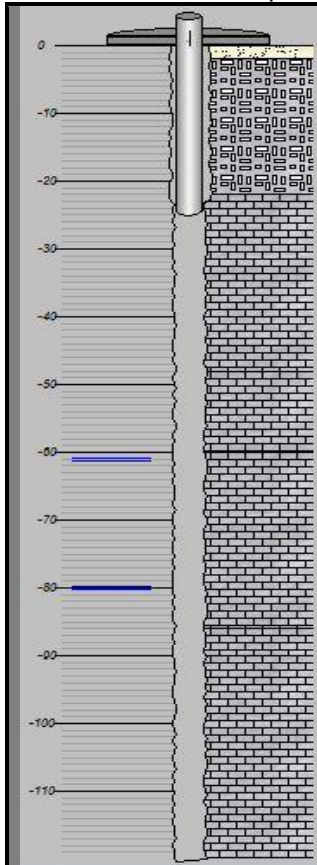
As linhas azuis representam as entradas de água do poço. Fonte: Siagas(2013)

Tabela 10 - Perfil esquemático e dados do poço Cerb 1_3979

	Nome do poço	Cerb 2_2795
	Coordenadas:	-11,100083/-41,405833
	Profundidade	160m
	Entradas de água	132.00m
	N.E.	126m
	N.D.	131m
	Vazão	0,9 m ³ /h
	Litologia	
	Intervalo	Descrição
	0 - 2	Solo argiloso vermelho
2 - 4	Calcário parcialmente alterado, com frag. grossa, cinza	
4 - 62	Calcário com fragmentação média a grossa cinza	
62 - 116	Calcário com fragmentação média cinza claro	
116 - 118	Calcário com fragmentação grossa vermelho	
118 - 124	Calcário com fragmentação média cinza claro	
124 - 138	Calcário com fragmentação média cinza	
138 - 146	Calcário com fragmentação fina vermelho	
146 - 160	Calcário com fragmentação fina cinza	

As linhas azuis representam as entradas de água do poço. Fonte: Siagas(2013)

Tabela 11 - Perfil esquemático e dados do poço Cerb 2_2658



Nome do poço	Cerb 2_2658
Coordenadas :	-11,465889 /-41,829
Profundidade	120m
Entradas de água	61.00m - 80.00m
N.E.	32,77m
N.D.	38,17m
Vazão	18,41m ³ /h
Litologia	
Intervalo	Descrição
0 - 2	Solo argiloso amarela
2 - 22	Calcário cinza alterado, com fragmentação média
22 - 48	Calcário com fragmentação média cinza
48 - 60	Calcário com fragmentação fina cinza
60 - 86	Calcário com fragmentação média cinza claro
86 - 90	Calcário com fragmentação grossa cinza esbranquiçado
90 - 120	Calcário com fragmentação média cinza
90 - 120	Calcário com fragmentação média cinza

As linhas azuis representam as entradas de água do poço. Fonte: Siagas(2013)

8.1 Relação entre a profundidade das entradas de água e o teor de nitrato

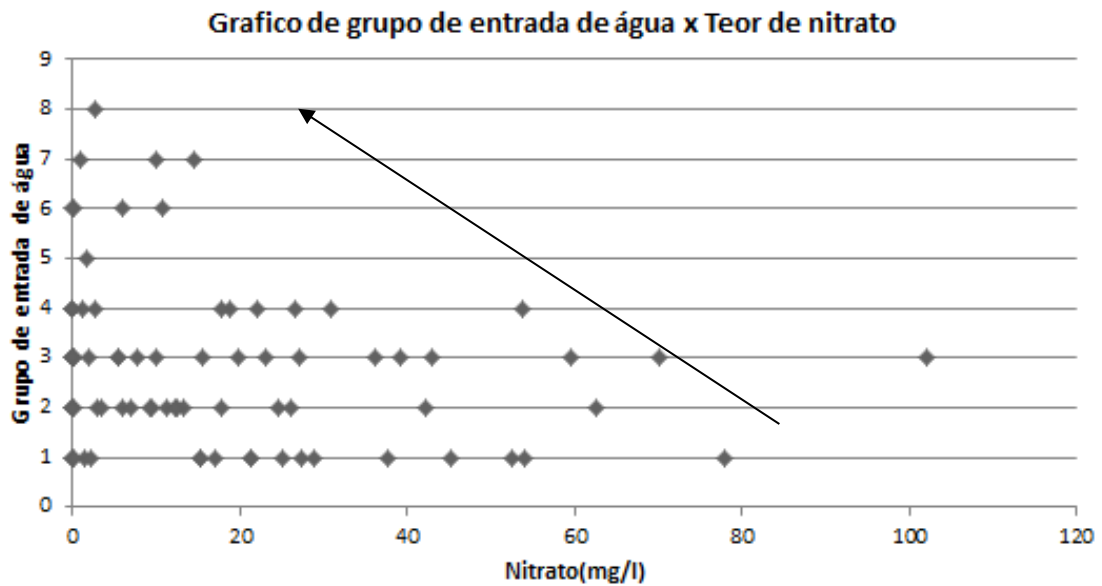
Para um controle mais preciso da contaminação por nitrato no aquífero da região de Irecê, foi feita uma relação entre a profundidade das entradas de água e o teor de nitrato presente em cada intervalo. Os poços selecionados (Cf. anexo 1) foram agrupados a partir da profundidade de suas entradas de água e a partir daí a análise pretendida foi feita.

Segundo Resende (2002), quanto mais próximo da superfície o corpo d'água está, menor será o caminho percorrido pelos íons de nitrato. O pesquisador ainda acrescenta que se tem comprovado que o excesso de nitrato é comumente detectado em poços de água mais rasos. Em consonância com Resende (2002), a relação entre os teores de nitrato e a profundidade das entradas de água estabelecida pelo presente estudo, indica que há uma diminuição gradativa da concentração do mesmo ao aumentar a profundidade das entradas de água.

No gráfico de dispersão da Figura 10, pode ser observada essa diminuição, podendo ser notado um trend (indicado pela seta da figura) que aponta o decréscimo do nitrato à medida que a profundidade aumenta. Sendo assim, há uma indicação que a fonte desse contaminante é superficial e tende a estar concentrado em teores maiores que a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 (BRASIL, 2011 indica para o consumo humano em profundidades de até 80m.

No gráfico supracitado, pode-se observar que no Grupo 3 há um poço com teor de nitrato anômalo de 102mg/L, esse poço está localizado dentro de uma propriedade na zona rural de Irecê. Isto aponta para a possibilidade de que essa anomalia seja resultado de uma falta de saneamento básico, aliada à proximidade de moradias, ou do uso constante de fertilizantes nitrogenados.

Figura 10 – Gráfico de dispersão, relacionando o teor de nitrato e os grupos de entradas de água. A seta indica o trend de decrescimento do valor da concentração do nitrato.



Fonte: Autoria própria.

Sobre a relação entre os teores de nitrato e a profundidade das entradas de água nos municípios estudados, há uma variação grande entre poços de mesmo grupo (Tabela 12), como pode ser visto nos gráficos da Figura 11, onde estão plotados os valores de nitrato de cada grupo estabelecido. O motivo dessa variação pode ser explicado por conta da posição destes poços, uma vez que a maioria dos que possuem os maiores teores de nitrato se encontram próximos a centros urbanos e propriedades rurais.

Figura 11 – Gráficos mostrando a variação do teor de nitrato em cada grupo

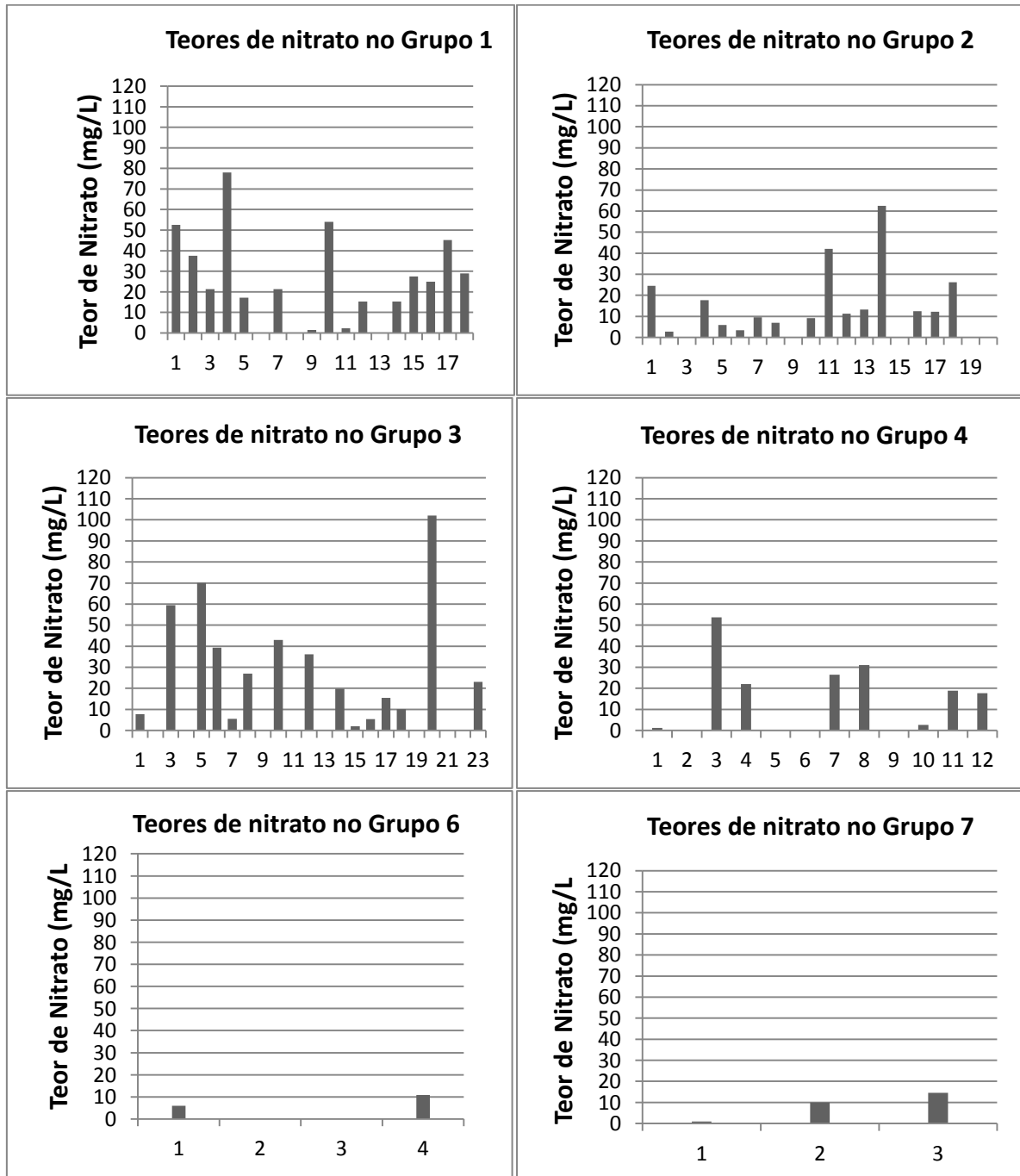


Tabela 12 – Teores mínimos, médios e máximos de nitrato para cada grupo

Grupo	Intervalo de profundidade das entradas de água	Nº de poços	Teor mínimo de Nitrato	Teor médio de Nitrato	Teor máximo de Nitrato
1	De 0 à 20m	18	0	24,59	78
2	Entre 20 e 40m	20	0	13,03	62,499
3	Entre 40 e 60m	23	0	20,30	102
4	Entre 60 e 80m	12	0	14,48	53,71
5*	Entre 80 e 100m	1	1,71	1,71	1,71
6	Entre 100 e 120m	4	0	4,24	10,82
7	Entre 120 e 140m	3	0,9	8,49	14,2
8*	Entre 140 e 160m	1	8,6	8,6	8,6

*Grupos 1 e 8 possuem apenas um poço cada. Fonte: Autoria própria.

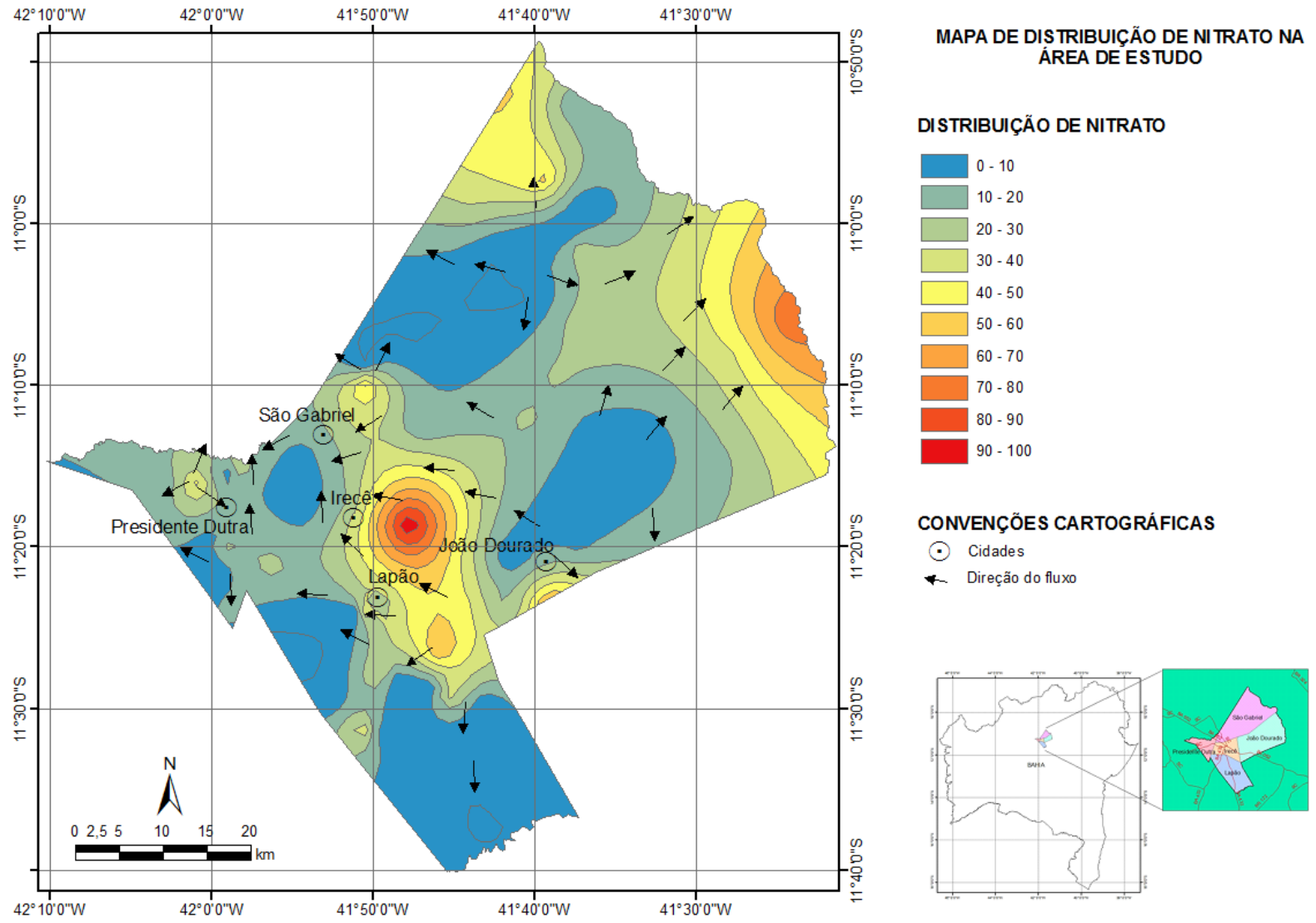
8.2 Distribuição do nitrato na área de estudo

Com a finalidade de elaborar uma representação espacial do nitrato em mapa, os poços foram plotados com os devidos teores do mesmo, fornecidos pelas análises químicas estudadas.

No mapa (Figura 12), pode-se ver como ocorre a dispersão do nitrato na área, apresentando teores que variam entre 0mg/L e 102mg/L. As concentrações que estão dentro do padrão estabelecido pela Portaria Ministério da Saúde nº 2914/2011 (BRASIL, 2011). (10mg/L para consumo humano), representadas por curvas azuis, estão mais localizadas nas porções norte e sudoeste da área de estudo. As amostras com valores entre 10 e 50 mg/L, bem como aquelas com valores entre 50 e 100mg/L e maiores que 100 se encontram com um padrão disperso pela região estudada.

Ao comparar os teores de nitratos plotados no mapa com os sentidos de fluxo da água subterrânea da região de estudo, pode-se observar que não existe nenhum padrão de controle entre ambos. Assim, conclui-se que os teores acima do permitido não possuem relação com a evolução da água dentro do aquífero, tratando-se então de contaminação antrópica com focos isolados e dispersos.

Figura 12 – Mapa de distribuição de nitrato na área de trabalho.



Fonte: Autoria própria.

9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Dentre os parâmetros analisados, foi possível observar que o STD, o cloreto e a dureza, possuem uma estrita relação com o fluxo da água subterrânea da região. Há assim uma indicação de que os elevados teores desses parâmetros estão relacionados com a evolução da água no aquífero, uma vez que à medida que se aproxima da zona de descarga os teores aumentam. O contrário pode ser observado nas zonas de recarga onde está concentrada a maior parte dos valores que se encontram dentro do padrão estabelecido pela legislação vigente. Conclui-se assim que nos locais onde os teores desses parâmetros apresentam-se altos não se trata de uma contaminação antrópica, mas sim do reflexo do substrato do aquífero.

No que tange à análise da distribuição dos elementos, por toda região estudada, foram observados poços onde o teor de nitrato está acima dos 10mg/L previstos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 (BRASIL, 2011)., confirmando o que é visto na bibliografia. Além disso, com a realização desse trabalho foi possível comparar o teor de nitrato com a profundidade, e comprovar que o mesmo se encontra mais concentrado (maiores teores) nas zonas de menores profundidades. Sendo assim, às empresas de perfuração, recomenda-se que os poços com entradas de água superficiais sejam cimentados. Fendas secas também deverão ser observadas, pois caso contrário, em períodos chuvosos, quando ocorre a recarga do aquífero, ocorrerá entrada de água com altas concentrações de nitrato.

Em relação à fonte do nitrato, observa-se que não existe controle entre a direção de fluxo e os teores, ao contrário dos outros parâmetros analisados que estão em menores concentrações nas zonas de recarga. Isto leva a concluir que os altos teores dessa substância estão relacionados com fontes locais, superficiais e dispersas.

Quanto à distribuição espacial do nitrato, é necessário que se faça um controle da utilização de fertilizantes nitrogenados em toda área, mas principalmente ao centro da área.

Por fim, torna-se necessário, por parte das prefeituras dos municípios estudados, a realização de um planejamento para programar a implantação de redes de saneamento básico que contemplem, além das sedes municipais, os povoados que se encontram nos territórios dos municípios, bem como um mapeamento dos esgotos e fossas da região.

11 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2007. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/estudos/sprtew/2/2-ANA.swf>>. Acesso em: 15 fev. 2013.

BARBOSA, J.S.F.; DOMINGUEZ, J.M.L. **Texto Explicativo para o Mapa Geológico da Bahia ao Milionésimo**. SICM/SGM. Edição Especial, Salvador, 1996. 400 p.

BONFIM, L.F.C.; et al.. **Projeto Bacia de Irecê**. Salvador: CPRM, 1985. (Relatório Final).

BRASIL. Congresso. Senado. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Resolução CONAMA 357/2005 Classificação dos corpos d'água e diretrizes para o seu enquadramento e condições e padrões de lançamento de efluentes**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html> Acesso em: 15 fev. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS n.º 518, de 25 de março de 2004. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf> Acesso em: 15 fev. 2013.

CABRAL, F. C. F. **O uso de isótopos do carbono no estudo das águas subterrâneas do calcário Bambuí. Região Central da Bahia**. 1978. 58p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 1978.

CABRAL, N. M. T.; ABREU, F. de A. M. de; STEIN, P. Comportamento do nitrato, amônio e de dos outros parâmetros físico-químicos em água de poço tubular e de monitoramento no bairro do Umarizal em Belém/PA. **SUPLEMENTO - I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo**, 2009. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1177>>. Acesso em 15 fev. 2013.

CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO TERRITÓRIO DE IRECÊ. **Plano territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável – PTDRS**. Coordenador Territorial Mário Augusto de Almeida Neto. Irecê, 2010.

DOMINGUEZ, J. M. L.; MISI, A. O Cráton do São Francisco. In: **Reunião Preparatória do II Simpósio sobre o Cráton do São Francisco**, SBG, Salvador, 1993. p. 215.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Guia do Usuário para Qualigraf**. FUNCEME/PROURB-RH. Fortaleza-Ceará, 2003.

GONÇALVES, M. J. **Avaliação de risco de contaminação do aquífero fissural cárstico da região de Irecê** – Bahia. Salvador: Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

GUERRA, A. M. **Processos de carstificação e hidrogeologia do Grupo Bambuí na região de Irecê – Bahia**. 1968. 132 f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

GUIMARÃES, J. T. **A formação Bebedouro no estado da Bahia: faciologia, estratigrafia e ambientes de sedimentação**. 1996. 155 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1996

INDA, H. A. V.; BARBOSA, J. F. **Texto Explicativo para o Mapa Geológico do Estado da Bahia ao Milionésimo**. Escala 1:1.000.000. Salvador: CPM, 1978. 400 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 maio 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades, Irecê-Ba**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 15 maio 2013.

LIMA, Moisés Silva. **Hidrogeologia do aquífero cárstico da região de Irecê, Bahia**. 2009. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto de Geociências, Colegiado de Geologia - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

MAIA, P. H. P.; CRUZ, M. J. M.; SAMPAIO, M. C.. Zoneamento dos aquíferos do estado da Bahia. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, Itajaí, v. 13, n. 1, p. 45-52, Jul. 2009. Disponível em: <<http://www6.univali.br/seer/index.php/bjast/article/view/1335>>. Acesso em: 15 maio 2013.

MASCARENHAS, J. F. Contribuição à estratigrafia da Chapada Diamantina na região entre Itaeté e Seabra-Ba. In: **Cong. Bras. de Geologia**, 23. Boletim Especial nº1, Salvador-Ba, SBG, 1990.

MICRORREGIÃO de Irecê: mapa. Disponível em: <<http://irece.ba.gov.br/mapas/>> Acesso em: 15 maio 2013.

MICROSOFT Office Excel para Windows 7. Versão 2010, [S.l.]: Microsoft Corporation, 2010.

MISI, A. O Grupo Bambuí no estado da Bahia. In: INDA, H. A. V. (Ed.) **Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia: textos básicos**. Salvador: CPM, v. 1. 1979, p.119- 154.

NEGRÃO, F. I. **Caracterização hidrogeoquímica e vulnerabilidade do sistema hidrogeológico cárstico da região de Irecê-Bahia**. 1987. 86 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

NOSSA, Tereza Cristina Bittencourt. **Avaliação da vulnerabilidade do aquífero cárstico Salitre - Bahia, através de análises hidroquímicas, isotópicas e aplicação da metodologia COP**. 2011. 226 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2011. Salvador, 2011.

OLIVEIRA, I. B. de; NEGRÃO, F. I. , SILVA, A. G. L. S. Mapeamento dos aquíferos do Estado da Bahia utilizando o índice de qualidade natural das águas subterrâneas – IQNAS. **Águas Subterrâneas**, 2007, v.21, n.1, p.123-137.

OLIVEIRA, I. B., SILVA S. C. e CRUZ, F. S. Avaliação Temporal da Qualidade da Água Superficial e Subterrânea do Recôncavo Baiano: Período 1985 – 1998. **Anais da 53a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, (CD), 13 – 18 de julho, Salvador, Bahia, 2008.

PEDREIRA, A. J., ROCHA, A. J. D., COSTA, I. V. G. da, MORAIS FILHO, J. C. **Projeto Bacia de Irecê-II**: relatório final. Salvador, CPRM, 1987.

RAMOS, S. O. et al. Variação temporal do nível freático do aquífero cárstico de Irecê - Bahia: contribuição para uso e gestão das águas subterrâneas no semi-árido. **Revista Brasileira de Geociências**, [on line], v. 37, n. 4, (suplemento), p. 227-233, Dez. 2007. Disponível em: <www.sbgeo.org.br>. Acesso em: 15 maio 2013.

RESENDE, A.V. de; **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Brasília: EMBRAPA Cerrados. 2002. 29p. Documentos 57.

SAMPAIO, A. R. (Org). **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB. Jacobina – Folha SC 24-y-C, Estado da Bahia**. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001.

SANTOS, C. F. dos; RIO FILHO, J. N. V.; SOUSA, G. B. G. de. O Semi-árido baiano e o Agronegócio dos “biocombustíveis”: problematizando a região de Irecê-Ba (primeiras aproximações). **Revista Pegada**. v. 9, n. 21, p. 1-18, Dez. 2008. Disponível em: <<http://www4.fct.unesp.br/ceget/PEGADA92/09CLAUDIO.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2013.

SILVA, H. M. da. **Sistema de informações geográficas do aquífero cárstico da microregião de Irecê, Bahia: subsídio para a gestão integrada dos recursos hídricos das bacias dos rios Verde e Jacaré**. 2005, 145 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

SILVA, R C. A. e ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). In: **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 2004, v. 8, nº.4, p.1019-1028.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – SIAGAS. **Fichas de poços tubulares** (2013). Disponível em

<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php>. Acesso em: 10 mai. 2013.

SOUZA, S. L de, BRITO, P. C. R., SILVA, R. W. S. **Estratigrafia, sedimentologia e recursos minerais da Formação Salitre na Bacia de Irecê, Bahia. Arquivos Abertos. Série 2.** Salvador: CBPM. 1993. 24p.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS SOCIAIS E ECONÔMICOS – SEI. Análises de atributos climáticos do Estado da Bahia. In: **Série Estudos e Pesquisas**, v. 38, 1998.

11 ANEXO

Nº Cerb	Município	Latitude	Longitude	Prof.	Elv.	NE	ND	Vazão	STD	Cloreto	Dureza	Nitrato	Grupo	Entrada de água
1_7118	S. GABRIEL	-11,149	-41,844	72	763	2,8	5,92	39,6	3604	1252	1781	52,5	1	10.00 - 14.00 - 8.00
1_1794	S. GABRIEL	-11,028	-41,709	80	761	7,32	55,92	1,23	1560	303	829	37,6	1	11.00 - 16.00
1_6028	S. GABRIEL	-11,125	-41,793	50	725	6,42	7,23	29,3	1988	770,07	1077,02	21,25	1	14.00 - 18.00
3_1446	S. GABRIEL	-11,102	-41,823	80	682	11,8	16,7	7,2	6468	2275	2878	78	1	16.00
1_6030	S. GABRIEL	-11,066	-41,667	121	815	6,23	52,61	4,24	910	151,75	471,67	17,13	1	16.00
2_770	S. GABRIEL	-11,086	-41,681	150	806	6,6	25,58	8,42	1218	138,96	603,76	0	1	18.00 - 7.00
1_4072	P. DUTRA	-11,332	-41,997	80	694	17,8	44,4	9,07	276	173,34	578,52	21,25	1	20.00
1_2760	P. DUTRA	-11,363	-42,011	100	702	6,3	74,72	0,32	524	27,46	679,68	0,064	1	20.00
1_7651	P. DUTRA	-11,354	-41,996	120	725	13,73	62,91	2,66	811	114	606	1,45	1	18.00
1_7976	LAPÃO	-11,495	-41,720	150	799	14,68	60,68	5,73	2040	470	852	54	1	12.00
1_4712	LAPÃO	-11,484	-41,800	120	799	14,95	73,95	0,97	1798	452,99	1167,06	2,3	1	17.00
1_3552	LAPÃO	-11,416	-41,942	90	685	12,04	24,47	4,93	1290	370,74	1187,64	15,24	1	15.00 - 17.00
2_3018	LAPÃO	-11,625	-41,696	150	755	2,77	59,77	6,6	9700	4030	5430	0,091	1	14.00
1_3552	LAPÃO	-11,416	-41,942	90	685	12,04	24,47	4,93	1290	370,74	1187,64	15,24	1	15.00 - 17.00
1_5327	LAPÃO	-11,478	-41,773	100	800	10	10	13,86	996	222,96	579,98	27,45	1	19.00
1_5297	LAPÃO	-11,419	-41,928	50	702	2,33	6,44	34,41	1132	241,85	139,3	24,98	1	17.00 - 8.00
1_7808	IRECÊ	-11,268	-41,921	120	648	1,75	9,07	12,37	2028	676	1201	45,2	1	14.00 - 9.00
1_2267	IRECÊ	-11,344	-41,693	80	803	2,23	4,17	37,69	722	92,93	482,52	28,89	1	10.00 - 13.00 - 16.00
2_1612	S. GABRIEL	-11,009	-41,636	150	785	15,31	69,1	0,61	1106	141,79		24,565	2	20.00
2_768	S. GABRIEL	-11,019	-41,674	120	788	4,1	77,11	1,98	520	101,58	347,15	2,84	2	22.00
1_2103	S. GABRIEL	-10,981	-41,618	124	734	6,23	71,69	0,75	2232	137,13	1415,29	0	2	23.00
2_1930	P. DUTRA	-11,258	-41,986	100	656	15,99	18,85	30,45	1150	139,26	564,58	17,736	2	35.00
1_2024	P. DUTRA	-11,369	-42,003	140	714	5,48	59,19	1,26	588	47,4	455,64	5,94	2	19.00 - 26.00 - 37.00
1_8620	LAPÃO	-11,402	-41,850	80	755	20,16	22,87	25,54	434	48	331	3,4	2	24.00 - 32.00
1_8194	LAPÃO	-11,398	-41,847	150	760	18,17	56,34	0,63	750	45,6	526	9,61	2	40.00
1_4711	LAPÃO	-11,548	-41,773	75	787	19,85	64,7	5,25	1244	251,78	591,41	7	2	35.00
1_935	LAPÃO	-11,542	-41,788	67	789	13	15,35	13,64	1048	172	648	0,02	2	33.00
1_8110	LAPÃO	-11,528	-41,823	150	794	18,9	85,41	1,43	824	134	512	9,2	2	23.00
1_8191	LAPÃO	-11,526	-41,826	126	795	18,29	62,53	8	792	107	444	42,1	2	25.00

1_1195	LAPÃO	-11,470	-41,809	60	806	16,92	19,12	24,73	2062	610	1210	11,25	2	25.00 - 32.00
1_1474	LAPÃO	-11,493	-41,872	40	787	6,97	7,57	25,52	1930	618,55	1056,5	13,31	2	22.00 - 23.00
2_1310	LAPÃO	-11,482	-41,778	150	797	15,15	54,49	5,47	1462	315,79	600,06	62,499	2	27.00
1_3109	LAPÃO	-11,443	-41,863	60	755	12	26,41	17,2	1460	364,86	710,25	0	2	31.00
2_1561	LAPÃO	-11,459	-41,866	140	772	16	38,24	10,26	1220	233,67		12,531	2	25.00 - 36.00
1_3711	J. DOURADO	-11,211	-41,611	50	828	18,4	18,91	9	3000	999,63	1293	12,24	2	24.00 - 27.00
2_3228	J. DOURADO	-11,211	-41,551	102	814	20,71	58,46	7,2	1240	301	682	26,2	2	35.00
1_5283	J. DOURADO	-11,333	-41,622	110	811	13,89	63,04	3,6	300	33,82	263,4	0,091	2	39.00
1_539	IRECÊ	-11,305	-41,905	83,4	696	16,52	23,25	14,4	874	135	525	0	2	23.00 - 29.00
2_1791	S. GABRIEL	-11,043	-41,674	150	800	4,4	62,15	1,83	672	93,07	406,77	7,694	3	47.00
2_1701	S. GABRIEL	-11,074	-41,647	150	804	22,5	56,3	4,53	1368	94,02	749,98	0,06	3	47.00
1_5084	S. GABRIEL	-11,226	-41,899	150	657	5,78	65,15	0,72	2804	482,9	1620,98	59,5	3	50.00
1_1237	S. GABRIEL	-10,989	-41,583	80	673	3,5	41	10,4	1755	480	6000	0	3	44.00 - 49.00
2_2687	S. GABRIEL	-11,167	-41,730	150	780	25,8	75,8	3,44	2330	612	1350	70,1	3	46.00
1_1502	S. GABRIEL	-11,209	-41,788	80	750	8,1	15,98	13,17	2448	496,69	1204,56	39,26	3	34.00
2_1778	S. GABRIEL	-10,873	-41,631	150	459	5,84	54,84	7,81	768	144,12	435,53	5,555	3	53.00
1_5287	P. DUTRA	-11,269	-42,046	90	683	9,38	56,64	3,88	1816	379,18	966,6	27,02	3	42.00
1_2755	P. DUTRA	-11,334	-41,997	74	703	22,85	41,47	10,98	1232	178,49	708,4	0	3	39.00 - 43.00 - 57.00
1_7653	P. DUTRA	-11,398	-41,982	110	677	19,09	56,7	5,18	2852	842	1488	43	3	40.00 - 57.00
1_8390	P. DUTRA	-11,339	-41,989	150	724	8,8	71,63	2,3	1640	508	928	0,3	3	52.00
1_7654	P. DUTRA	-11,319	-42,034	110	672	29,34	30,78	14,4	3168	900	1782	36,2	3	42.00 - 56.00
1_4715	LAPÃO	-11,393	-41,832	100	770	12,8	69,6	2,48	526	47,74	403,08	0	3	43.00
1_519	LAPÃO	-11,372	-41,880	70	756	39,3	46,26	4,39	1040	155	519	19,8	3	45.00
1_8116	J. DOURADO	-11,396	-41,694	120	816	22,85	23,89	11,64	490	59	405	2	3	32.00 - 36.00
1_5286	J. DOURADO	-11,245	-41,471	114	799	11,21	65,94	2,34	784	77,88	392,3	5,4	3	50.00
2_3046	J. DOURADO	-11,187	-41,648	150	817	31,8	62,3	5,65	1700	510	1020	15,5	3	52.00
1_2100	LAPÃO	-11,388	-41,853	60	761	7,85	10,11	10,26	1152	133,21	658,99	10,11	3	45.00
1_533	J. DOURADO	-11,155	-41,646	100	787	22,15	49,37	0,43	3916	1290	1890	0,264	3	54.00 - 58.00

2_2921	J. DOURADO	-11,204	-41,672	120	812	29,38	42	15,23	1946	528	1092	102	3	52.00 - 56.00
1_4796	IRECÊ	-11,289	-41,857	80	707	35,78	58,66	1,98	650	89,52	537,6	0,009	3	45.00 - 49.00
1_8185	IRECÊ	-11,355	-41,938	150	748	14,18	58,6	27,31	1180	268	678	0	3	52.00 - 55.00
1_1980	IRECÊ	-11,102	-41,625	80	794	30,22	30,64	8,31	2160	371,23	911,71	23,02	3	50.00 - 60.00
2_3014	S. GABRIEL	-11,024	-41,622	100	780	12	59,4	6,6	930	64,9	541	1,25	4	71.00 - 80.00
1_8683	S. GABRIEL	-10,991	-41,735	150	719	13,3	96,64	1,94	818	71,1	484	0	4	73.00
2_1369	S. GABRIEL	-10,859	-41,641	150	433	8,3	49,53	5,25	4980	2792,51	2779,28	53,707	4	63.00
2_2243	S. GABRIEL	-10,919	-41,638	120	539	18,27	58,37	15,12	745	129	544	22	4	68.00
1_8136	P. DUTRA	-11,252	-41,974	150	614	14,72	78,43	1,36	1060	73	906	0	4	62.00
1_8388	P. DUTRA	-11,337	-41,989	150	715	24	76,73	3,65	1150	114	674	0	4	71.00
2_2658	LAPÃO	-11,466	-41,829	120	806	32,77	38,17	18,41	1485	388	801	26,5	4	61.00 - 80.00
1_7122	LAPÃO	-11,486	-41,757	120	796	12,16	56,91	2,41	800	94,4	442	31	4	67.00
1_7968	LAPÃO	-11,523	-41,843	150	794	14,48	84,68	0,79	1200	279	766	0	4	76.00
1_7911	J. DOURADO	-11,136	-41,462	150	697	25,76	70,76	1,62	678	126	373	2,6	4	78.00
1_7864	IRECÊ	-11,341	-41,745	120	799	34,27	35,61	20,84	864	132	434	18,9	4	63.00
2_1780	J. DOURADO	-11,389	-41,739	70	819	9,96	10,96	25,52	552	46,04	341,03	17,75	4	63.00
1_3979	P. DUTRA	-11,269	-42,015	121	738	12,2	68,4	0,86	2106	65,02	1477,36	1,71	5	93.00
1_6315	S. GABRIEL	-10,864	-41,695	150	512	43,4	84,12	3,96	568	81,48	259,81	5,987	6	102.00
2_1765	S. GABRIEL	-10,954	-41,658	150	601	19,5	63,45	7,05	580	27,02	414,99	0,139	6	111.00 - 114.00
1_8132	S. GABRIEL	-11,161	-41,842	180	774	3,32	95,15	0,53	3660	141	2160	0	6	112.00
1_3116	LAPÃO	-11,443	-41,768	120	825	11,43	82,49	0,54	3166	251,95	1943,72	10,82	6	114.00
1_8109	LAPÃO	-11,397	-41,840	180	763	11,7	112,9	2,23	586	27	419	0,9	7	148.00
2_1615	J. DOURADO	-11,394	-41,650	150	806	9,57	77,55	0,54	686	70,9		9,968	7	139.00
2_2795	J. DOURADO	-11,100	-41,406	160	643	126	131	0,9	664	49,7	494	14,6	7	132.00
3_6973	IRECÊ	-11,310	-41,797	190	764	17,87	106,3 3	5,28	687	78,8	360	2,6	8	146.00 - 166.00